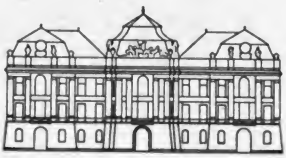
Digitized by Google

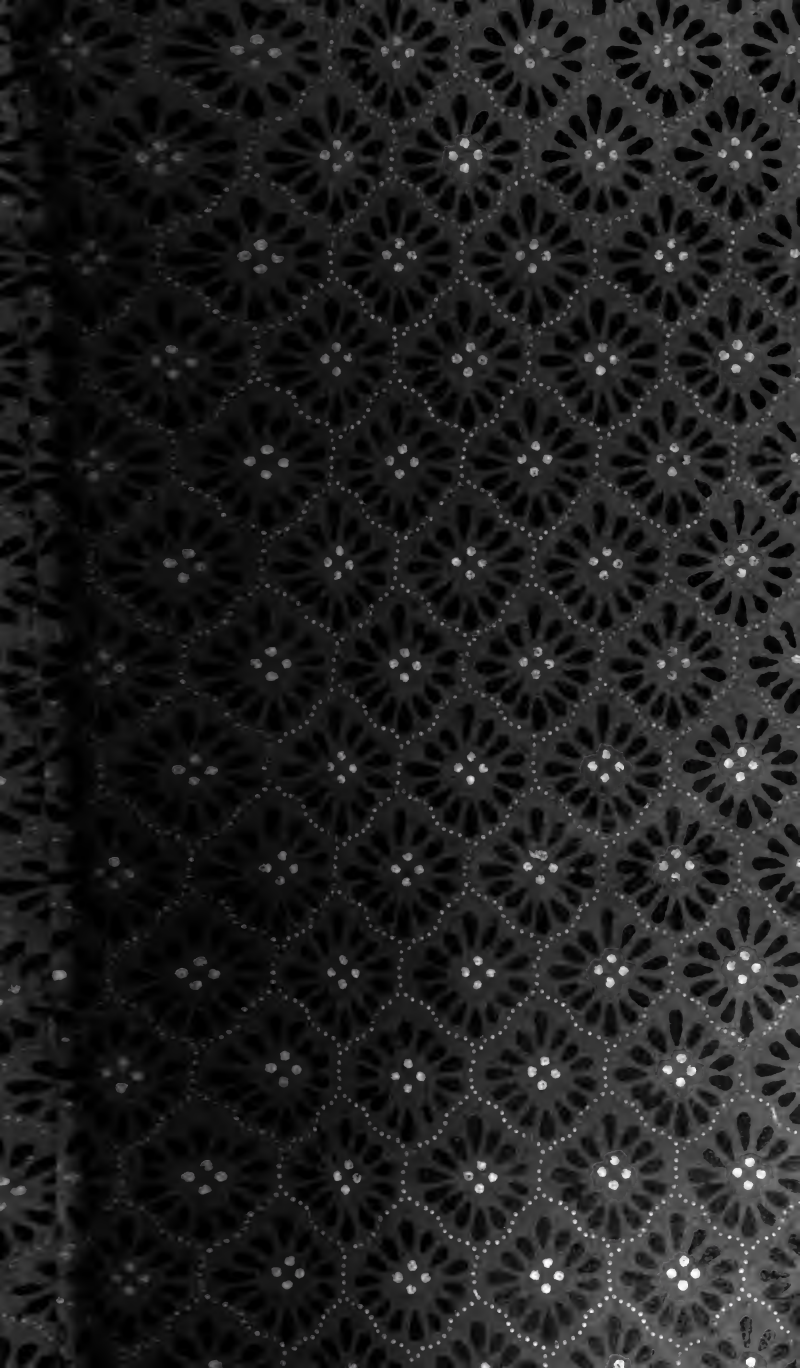
VII. X. 59.
Vol. 1–3.

MENTEM ALIT ET EXCOLIT



K.K. HOFBIBLIOTHEK
ÖSTERR. NATIONALBIBLIOTHEK

7.X.59 Vol.1-3.



Digitized by Google

Digitized by Google

PHYSIOLOGIE

DES

MENSCHEN.

ERSTER BAND.

Digitized by Google

PHYSIOLOGIE

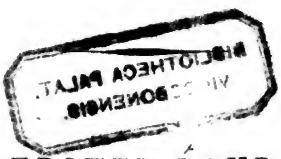
DES

MENSCHEN

VON

FRIEDRICH TIEDEMANN,

LEHRER DER ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE AN DER UNIVERSITÄT ZU HEIDELBERG.



ERSTER BAND.

ALLGEMEINE BETRACHTUNGEN DER ORGANISCHEN KÖRPER.

DARMSTADT.

DRUCK UND VERLAG VON CARL WILHELM LESKE.

1830.

7.X 59
1

Digitized by Google

BIBLIOTHECA PALAT.
VINDOBONENSIS.

Digitized by Google

An meine Auditoren.

Sie haben so oft und so lebhaft den Wunsch geäussert, meine Vorlesungen über die Physiologie des Menschen gedruckt zu erhalten, dass ich mich bewogen fühle, Ihrem Wunsche endlich zu willfahren. Zur Förderung Ihrer Studien habe ich dem Inhalte derselben, den ich in aphoristischen Sätzen zur Abschrift mittheile, eine grössere Ausdehnung gegeben, als es in der kurzen, für den mündlichen Unterricht bestimmten Zeit geschehen konnte. Vorzüglich beabsichtige ich bei der Herausgabe dieser Schrift, die wichtigsten Ergebnisse der im Gebiete der Physiologie des Menschen gemachten Beobachtungen, Versuche und Forschungen gesichtet und geordnet zu Ihrer Kenntniss zu bringen. Eine Zusammenstellung und Sichtung der physiologischen Erfahrungen schien mir ein

Digitized by Google

grosses Bedürfniss, weil seit dem Erscheinen von HALLER's *Elementis physiologiae* kein umfassender Versuch der Art gemacht ist, und so viele der schätzbarsten Untersuchungen, in den Schriften der gelehrten Gesellschaften und in Zeitschriften zerstreut, nicht gehörig gekannt und beachtet sind. So weit es nur immer thunlich war, habe ich während einer Reihe von Jahren die Beobachtungen und Versuche meiner Vorgänger und Zeitgenossen zu wiederholen und durch eigene Wahrnehmung zu prüfen gesucht. Bei ihrer Aufführung und Beurtheilung strebte ich nach Kürze, Klarheit, Bündigkeit und Unbefangenheit.

Um einen festen Standpunkt für die Physiologie des Menschen zu gewinnen erachtete ich es für nöthig, die Eigenthümlichkeiten der lebenden Körper überhaupt, und die der Gewächse und Thiere insbesondere, hinsichtlich der Mischung, der äusseren Gestaltung und inneren Zusammenfügung, und der ihnen zukommenden Kräfte, auf dem Wege der Induction und durch Vergleichung mit den leblosen Körpern und unter sich, hervorzuheben. Nur auf diese Weise können richtige Vorstellungen über die Erscheinungen, welche

Digitized by Google

das Leben ausmachen, und über die Eigenschaften der lebenden Körper erlangt werden. Da Sie sich in der Absicht, wissenschaftlich gebildete Aerzte und nicht blosse Routiniers zu werden, mit dem Studio der physikalischen Wissenschaften, der Naturlehre, Chemie, Mineralogie, Botanik und Zoologie, der Anatomie des Menschen, der Pflanzen und der Thiere beschäftigt haben, so werden Sie den angestellten Untersuchungen leicht folgen können.

Diese Schrift, welche allein für Sie bestimmt ist, wird nicht nur die Vorträge ins Gedächtniss zurückrufen, sondern sie kann zugleich als Commentar zu den ausgesprochenen Lehrsätzen dienen. Vieles, was in den Vorlesungen angedeutet wurde, ist hier weiter entwickelt und ausgeführt, Ferner macht Sie dieselbe mit den Werken ausgezeichneter Physiologen bekannt, aus denen ich Materialien, Thatsachen und Ideen, entlehnt habe, und setzt Sie in den Stand selbst an die Quellen zu gehen und aus ihnen zu schöpfen. Und so hoffe ich, dass das Werk, welches eine ausführliche, treue und aus der Natur geschöpfte Schilderung des Lebens des Menschen, seiner Erschei-

Digitized by Google

nungen, Ursachen und Bedingungen bezweckt, Ihnen bei dem weiteren Studio der Heilkunde und ihrer verschiedenen Zweige von Nutzen seyn wird. Bei der Ausübung der Heilkunde wird es Sie zugleich gegen Einseitigkeit und Voreiligkeit im Urtheilen und Handeln schützen, die ohne gründliche Kenntnisse des Baus und der Verrichtungen des menschlichen Körpers unvermeidlich sind. Ueberall endlich werden Sie Winke finden, die Sie nicht ohne Vortheil in der praktischen Medicin in Anwendung bringen können.

Heidelberg am 23. August 1830.

TIEDEMANN.

Digitized by Google

Inhalts-Anzeige.

Einleitung.

Begriff der Physiologie des Menschen . . . . . Seite 1
Aufgabe derselben . . . . . — 2
Methode die Physiologie zu bearbeiten . . . . . — 8
Die Physiologie im Felde der Erfahrung . . . . . — 9
Theoretische, dogmatische oder philosophische Bearbeitung der Physiologie . . . . . — 18
Hülfs-Wissenschaften der Physiologie . . . . . — 31
Einfluss der Physik . . . . . — 32
— — Chemie . . . . . — 34
— — Naturgeschichte . . . . . — 36
Wichtigkeit der Zootomie . . . . . — 37
— des Studiums der Physiologie für den Arzt . . — 43

Literatur der Physiologie.

1) Schriften zur Kenntniss der Literatur und Geschichte der Physiologie . . . . . — 55
2) Propädeutische Schriften . . . . . — 56
3) Allgemeine physiologische Werke, Systeme, Lehr- und Handbücher . . . . . — 56
4) Schriften vermischten anatomisch-physiologischen Inhalts — 68
5) Zeitschriften für Physiologie . . . . . — 75

Digitized by Google

Erstes Buch.

Vergleichung der lebenden mit den leblosen Körpern Seite 79

Erster Abschnitt.

Vergleichung der materiellen Zusammensetzung der organischen und unorganischen Körper.

Erstes Kapitel.

Von der Mischung . . . . . Seite 87

Zweites Kapitel.

Von der äusseren Gestaltung und inneren Zusammenfügung — 105

Zweiter Abschnitt.

Vergleichung der Kraft-Aensserungen der organischen und unorganischen Körper.

Erstes Kapitel.

Von den Kraft-Aeusserungen, welche die organischen Körper mit den unorganischen gemein haben, und deren Modifikation in ersteren . . . . . Seite 124

Zweites Kapitel.

Von den eigenthümlichen Thätigkeits-Aeusserungen der organischen Körper überhaupt . . . . . — 129

Zweites Buch.

Vergleichung der Thiere mit den Gewächsen . . — 159

Erster Abschnitt.

Vergleichung der materiellen Zusammensetzung der Pflanzen und Thiere.

Erstes Kapitel.

Von der Mischung . . . . . Seite 160

Digitized by Google

Zweites Kapitel.

Von der äusseren Gestaltung . . . . . Seite 169

Drittes Kapitel.

Von der inneren Zusammenfügung . . . . . — 175

Zweiter Abschnitt.

Vergleichung der Lebens- oder Kraft-Aeusserungen der Pflanzen und Thiere . . . . . — 210

Erste Abtheilung.

Ernährungs-Verrichtungen . . . . . — 214

Erstes Kapitel.

Von den Nahrungsmitteln . . . . . — 215

1) Nahrungsmittel der Gewächse . . . . . — 215
2) — — Thiere . . . . . — 218

Zweites Kapitel.

Von der Aufnahme der Nahrungsmittel durch Einsaugung . — 221

1) Einsaugung bei den Gewächsen . . . . . — 221
2) — — — Thieren . . . . . — 226

Einsaugungs-Vermögen . . . . . — 231

Drittes Kapitel.

Von der Aufnahme der Nahrungsmittel durch den Mund . — 233

Viertes Kapitel.

Von der Verähnlichung der Nahrungsmittel in den ersten Nahrungswegen . . . . . — 238

1) Verähnlichung bei den Gewächsen . . . . . — 238
2) — — — Thieren . . . . . — 247

Eigenschaft des Assimilirens . . . . . — 264

Fünftes Kapitel.

Vom Athmen . . . . . — 268

Digitized by Google

1) Athmen der Gewächse . . . . . Seite 268
2) — — Thiere . . . . . — 284
Eigenschaft zu athmen . . . . . — 307

Sechstes Kapitel.

Von der Saftbewegung . . . . . — 309
1) Saftbewegung in den Thieren . . . . . — 309
2) — — — Gewächsen . . . . . — 342
Saftbewegung als Eigenschaft der lebenden Körper . . . . — 357

Siebentes Kapitel.

Von der Ernährung . . . . . — 359
1) Ernährung der Pflanzen . . . . . — 360
2) — — Thiere . . . . . — 364
Bildungskraft, Ernährungskraft . . . . . — 376

Achtes Kapitel.

Von der Absonderung der Säfte . . . . . — 394
1) Absonderung der Pflanzen . . . . . — 394
2) — — Thiere . . . . . — 402
Eigenschaft des Absonderns . . . . . — 443

Zweite Abtheilung.

Entwickelung von Imponderabilien . . . . . — 446

Erstes Kapitel.

Von der Wärme-Entbindung lebender Körper . . . . . — 447
1) Wärme der Gewächse . . . . . — 447
2) — — Thiere . . . . . — 453

Zweites Kapitel.

Von der Licht-Entwickelung der organischen Körper . . — 480
1) Leuchten lebender Pflanzen . . . . . — 488
2) — — Thiere . . . . . — 491

Drittes Kapitel.

Von den elektrischen Erscheinungen lebender Körper . . — 511

Digitized by Google

Dritte Abtheilung.

Bewegungen . . . . . Seite 537

Erstes Kapitel.

Von den Bewegungen der Thiere . . . . . — 539

1) Durch Muskeln hervorgebrachte Bewegungen . . — 540

2) Durch den Zellstoff und andere Gebilde hervorgebrachte Bewegungen . . . . . — 561

3) Bewegungen der Kügelchen oder organischen Formbestandtheilen in den Säften . . . . . — 572

4) Turgescenz-Bewegungen . . . . . — 575

5) Bildungs- und Ernährungs-Bewegungen . . . . — 578

6) Bewegungen in den Nerven . . . . . — 580

Zweites Kapitel.

Von den Bewegungen der Gewächse . . . . . — 582

1) Bewegungen der Tremellen, Conferven und Oscillatorien . . . . . — 582

2) Bildungs-, Entwickelungs- und Ernährungs-Bewegungen der Phanerogamen . . . . . — 584

3) Bewegungen der Kügelchen in den Pflanzen-Säften — 594

4) — — Saftgefässe . . . . . — 600

5) — — Blätter . . . . . — 601

6) — — Blüthen und Zeugungstheile . . — 631

7) Hygrometrische Bewegungen . . . . . — 646

Drittes Kapitel.

Von den Ursachen und Kräften, welche die Bewegungen der lebenden Körper bewirken . . . . . — 647

Reizbarkeit . . . . . — 663

Bildungs- oder Ernährungs-Thätigkeit als die bewirkende Ursache der mit dem Bilden, Ernähren und Absondern verbundenen Bewegungen . . . . . — 690

Bewegungs-Vermögen der Kügelchen in den Säften und der Keimkörner . . . . . — 696

Digitized by Google

Organische Contractilität . . . . . Seite 705

1) Contractilität der Muskeln . . . . . — 705

2) — — einfachsten Thiere . . . . . — 707

3) — — Pflanzen . . . . . — 709

4) — des thierischen Zellstoffs und der nicht muskulösen Gebilde . . . . . — 709

5) Contractilität des vegetabilischen Zellengewebes und der Saftgefässe . . . . . — 715

Digitized by Google

Einleitung.

§. 1.

Der in eine Wissenschaft einzuführende Anfänger muss gleich beim Eingange mit dem Begriff derselben, ihrer Aufgabe, der Methode sie zu bearbeiten, den Hülfsmitteln und Quellen zu ihrer Bearbeitung, und ihrem Verhältniss zu anderen Wissenschaften bekannt gemacht werden; damit er das Ziel seiner Bestrebungen und die dahin führenden Wege erblicke, und die Irrwege kennen lerne, die ihn von der Erreichung des Ziels ableiten könnten.

Begriff der Physiologie des Menschen.

§. 2.

Sie ist die Lehre vom Leben des Menschen, seinen Erscheinungen, Bedingungen und Gesetzen, und zwar zunächst im gesunden Zustande. Man kann diese Wissenschaft auch Naturlehre des Menschen nennen, insofern wir den Inbegriff seiner Eigenschaften unter dem gemeinsamen Namen, seiner Natur, zusammenfassen.[1]

1 Das Wort, Physiologie, (von den Wörtern *φυσις*, Natur, und *λεγειν*, erzählen, abstammend) ist in verschiedener Bedeutung gebraucht worden. Seiner Etymologie nach bezeichnet es die Lehre von der Natur überhaupt. Aristoteles (*Metaphys. ed. Casaubon.* p. 386 u. 488) scheint sich des Worts *οι φυσιολογοι* zuerst bedient zu haben. Er nannte so *Thales*, *Anaximenes*, *Heraklit*, *Diogenes*, *Empedokles* und *Anaxagoras*, die sich mit der Natur der Dinge, ihren Anfängen und Ursachen beschäftigt hatten. Ausführliche Erörterungen über die Bedeutung des Worts Physiologie bei den Alten finden sich in Nasse's Abhandlung über den Begriff und die Methode der Physiologie. Leipzig 1826. 8.

In späteren Zeiten gebrauchte man dieses Wort in der beschränkten Bedeutung der Lehre von der Natur des Menschen. Fernel (*Praef. in Medicinam. Paris* 1538. p. 3) führt die Physiologie als einen

Digitized by Google

Theil der Heilkunde auf, welcher von der Natur des Menschen im gesunden Zustande, seinen Kräften und Verrichtungen handle. Er sagt: *Omnium totius medicinae partium prima existit φυσιολογικη, quae hominis integre sani naturam, omnes illius vires functionesque persequitur.* Diese Bedeutung wurde von den meisten Aerzten beibehalten.

Boerhaave und Haller nannten die Physiologie die Lehre von dem Nutzen oder den Verrichtungen der Theile des menschlichen Körpers. Mehrere bezeichneten dadurch die Lehre vom Leben. Statt dieses Worts hat man auch andere Benennungen eingeführt. So nannte Deusing die Physiologie, *Doctrina de oeconomia naturali corporis humani;* Fr. Hoffmann *Philosophia corporis vivi.* In der neuesten Zeit hat man die Worte Dynamologie, Biologie, Organonomie, Zoonomie substituirt.

Will man sich des Worts Physiologie fernerhin bedienen, so sollte man dadurch die Lehre von der Natur der lebenden oder organischen Körper bezeichnen. Und so gibt es denn eine Physiologie der Gewächse und Thiere, oder irgend einer besonderen Art von lebenden Körpern, wenn sie die Eigenschaften und Lebens-Aeusserungen einer Abtheilung von organischen Körpern, oder einer einzelnen Art, zum Gegenstand ihrer Untersuchungen wählt.

Aufgabe der Physiologie des Menschen.

§. 3.

Diese besteht in einer Darstellung der Thätigkeits- oder Lebens-Aeusserungen des Menschen und der dieselben bedingenden Ursachen. Wollen wir hierzu auf sicherem Wege gelangen, so ist es vor Allem nothwendig, diejenigen Erscheinungen auszumitteln, die man mit dem Namen des Lebens überhaupt bezeichnet. [1] **Wir müssen uns daher zunächst mit den allgemeinen Eigenschaften derjenigen Körper bekannt machen, die man organische oder lebende nennt. Ferner müssen wir, um die ursachlichen Verhältnisse des Lebens zu erkennen, die Bedingungen erforschen, von denen jene abhängen. Diese Kenntniss gewinnen wir durch Vergleichung der Erscheinungen und Thätigkeits-Aeusserungen der organischen oder lebenden Körper, der Pflanzen und Thiere, mit denen der unorganischen oder leblosen Körper.** [2] **Beiderlei Körper vergleichen wir mit einander hinsichtlich der Art der Raum-Erfüllung und Gestaltung, der Mischung, der Aggregation oder Zusammenfügung ihrer Theile, der Kraft-Aeusserungen, der Zeit-Verhält-**

Digitized by Google

nisse, des Entstehens, der Dauer und des Vergehens, und hinsichtlich ihres Verhaltens zu den Aussendingen und zur gesammten Natur. Bei diesen vergleichenden Untersuchungen ergeben sich ihre Aehnlichkeiten und Verschiedenheiten; es treten die Erscheinungen hervor, welche das Leben ausmachen; und wir stossen auf die Kräfte, Ursachen und Bedingungen, von denen die eigenthümliche Wirksamkeit der lebenden Körper abhängt.

1 Das Wort, Leben, bezeichnet seiner ursprünglichen Bedeutung nach die den Pflanzen und Thieren eigenthümlich zukommenden Thätigkeits-Aeusserungen, im Gegensatze zu denen der leblosen oder Mineralkörper. Vielfältig hat man sich dieses Worts aber auch metaphorisch bedient, um dadurch die Summe der Kraft-Aeusserungen aller zur Natur, zum Weltall, gehörenden Körper und Wesen zu bezeichnen. Man schreibt der gesammten Natur Leben zu, insofern alle in derselben vorkommenden Körper, Erscheinungen, und Kräfte zu Einem Ganzen verkettet und wechselseitig durch einander bedingt erscheinen. Und so redet man vom Leben des Universums, der Himmelskörper, der Erde, der Mineralien, der Pflanzen und Thiere, und sieht ihre Thätigkeits-Aeusserungen als blosse Ausflüsse einer Grundkraft an, die sich nur in den verschiedenen Körpern auf verschiedene Weise modificirt zeigen. In dieser Bedeutung bedienen wir uns des Wortes, Leben, nicht, und sehen es keineswegs mit Cardanus, Campanella, Paracelsus, van Helmont und den Anhängern der All-Eins-Philosophie als ein Attribut der ganzen Sinnen-Welt an; sondern wir bezeichnen dadurch allein die den organischen Körpern, den Pflanzen und Thieren, zukommenden Thätigkeits-Aeusserungen und Eigenschaften.

2 Wenn wir über den Ursprung unserer Kenntnisse, Gegenstände und Erscheinungen der Natur betreffend, nur einigermassen nachdenken, so werden wir bald gewahr, dass wir vorzüglich auf dem Wege der Vergleichung dazu gelangen. Je mehr wir den zu erforschenden Gegenständen Seiten der Vergleichung abgewinnen, und je mehr wir ihre Aehnlichkeiten und Verschiedenheiten durch Witz und Scharfsinn herausheben, um so mehr dringen wir in das Wesen derselben ein.

§. 4.

Sind wir auf dem Wege der Vergleichung zur Kenntniss der Eigenschaften der lebenden Körper überhaupt und deren Bedingungen gelangt; so müssen wir uns ferner bemühen, die jeder der beiden grossen Abtheilungen von organischen Körpern, den Gewächsen und Thieren zukom-

Digitized by Google

menden Eigenschaften anzugeben, um die Eigenthümlichkeiten des Lebens der Thiere hervorzuheben, zu denen der Mensch gezählt wird. Auch dies geschieht durch Vergleichung ihrer Mischung, Gestaltung und Bildung, ihrer Thätigkeits-Aeusserungen und Kräfte, ihres Entstehens und Vergehens, und ihrer Verhältnisse zu den äusseren Einflüssen, der Wärme, dem Lichte, der Luft, dem Wasser u. s. w. Auf solche Weise werden wir in den Stand gesetzt, die Eigenthümlichkeiten und Verschiedenheiten jener beiden Gruppen von lebenden Körpern bemerkbar zu machen.

§. 5.

Durch jene vergleichenden Untersuchungen erfahren wir also die Eigenschaften, welche der Mensch mit den lebenden Körpern überhaupt, und mit den Thieren insbesondere gemein hat, und wir gelangen auf diese Weise zur Kenntniss der Grundbegriffe über Leben, Organisation und Kräfte der lebenden Körper, so wie zur Kunde der Verhältnisse und Bedingungen, unter denen sich das Leben äussert. Eine weitere Aufgabe ist es ferner, die dem Menschen zukommenden Eigenthümlichkeiten im Baue und den Thätigkeits-Aeusserungen durch Vergleichung mit den Thieren bemerkbar zu machen, seine Stellung im Natursystem anzugeben, die Menschen-Stämme zu bezeichnen und deren Verbreitung auf der Erde auszumitteln.

§. 6.

Bei der weiteren Erforschung der Thätigkeits-Aeusserungen des Menschen und seiner Ursachen haben wir zuvörderst die Eigenschaften seines Körpers zu betrachten, an dem wir jene wahrnehmen. Sie bestehen in Eigenschaften der Mischung, Gestaltung, Zusammenfügung und Bildung. Wir unterwerfen daher die materielle Grundlage des menschlichen Körpers einer Untersuchung, und machen die durch chemische Analysen ausgemittelten, in die Zusammensetzung seiner verschiedenen flüssigen und festen Theile eingehenden Materien und deren mannigfaltige Verbindungen namhaft. Ferner führen wir die Mischungs-Veränderungen auf, die während seines Daseyns, theils durch die Wirkung der Organe selbst, theils in dem

Digitized by Google

Wechsel-Verkehr mit den auf den Menschen einwirkenden äusseren Einflüssen, der Wärme, dem Lichte, der Luft, dem Wasser und den Nahrungsmitteln erfolgen.

§. 7.

Bei der Angabe des Baues und der formellen Zusammenfügung des menschlichen Körpers haben wir seine äussere Gestaltung oder Configuration, seine Zusammensetzung aus verschiedenartigen festen und flüssigen Theilen, und den inneren Bau oder die Structur- und Textur-Verhältnisse zu untersuchen. Es werden die unterscheidbaren letzten oder einfachen Formbestandtheile, und die mancherlei Gewebe mit ihren Eigenschaften aufgeführt. Wir berücksichtigen ferner das Gefüge oder die Art der Verbindung der Gewebe zu verschiedenartigen Werkzeugen oder Organen, und deren Verkettung zu Apparaten für die Ausübung der Verrichtungen. Und endlich betrachten wir die Eigenthümlichkeit und Anordnung dieser Apparate selbst. [1]

1 Die Betrachtung des Baues des menschlichen Körpers, mit der sich zwar eine besondere Doctrin, die Anatomie, beschäftigt, darf nicht aus der Physiologie ausgeschlossen werden; eines Theils, weil der Bau selbst eine Wirkung des Lebens ist; und anderen Theils, weil wir die Verrichtungen der Theile ohne genaue Kenntniss ihres Baues nicht gehörig aufzufassen im Stande sind. Nicht unpassend hat daher Haller die Physiologie *Anatome animata* genannt, und hat in seinen grösseren Werken die Angabe des Baues der Theile stets den Untersuchungen über ihre Verrichtungen vorausgeschickt. Auch Soemmerring, in die Fusstapfen des grossen Hallers tretend, bemühte sich die Lehre von den Verrichtungen der Theile möglichst mit der Anatomie zu verbinden. Man würde sich sicherlich mit dem Bau des menschlichen Körpers nicht so ausführlich beschäftigen, wollte man sich nicht dadurch den Weg zur Kenntniss seiner Lebens-Aeusserungen bahnen. Die Trennung der Physiologie von der Anatomie, aus dem grossen Umfange der an dem Menschen zu betrachtenden Gegenstände und Thätigkeits-Aeusserungen entsprungen, ist an sich unstatthaft. Da nun aber einmal der Bau und die Lebens-Aeusserungen des Menschen in besonderen Doctrinen abgehandelt werden, so überhebt sich der Physiolog einer ausführlichen Beschreibung der örtlichen Verhältnisse der Organe und einer Angabe aller Knochen, Bänder, Muskeln, Gefässe und Nerven. Er berücksichtigt nur vorzüglich die Structur, Textur und Anordnung der Organe und Apparate, und ihre wechselseitige Verkettung und Verbindung durch Blutgefässe und Nerven

Digitized by Google

in so fern, als dadurch die Verrichtungen der Organe anschaulicher gemacht werden. Und ferner untersucht er die Art des Entstehens und Bildens des menschlichen Körpers und seiner Theile, und gibt die Veränderungen an, die sie während den Alters-Perioden darbieten.

§. 8.

Die Haupt-Aufgabe der Physiologie des Menschen besteht in der Schilderung und Untersuchung seiner Thätigkeits- oder Kraft-Aeusserungen, die wir sein Leben nennen. Es müssen die vitalen Erscheinungen und Eigenschaften der verschiedenen Gebilde und Werkzeuge des menschlichen Körpers namhaft gemacht werden. Wir theilen dieselben nach ihren Aehnlichkeiten und Verschiedenheiten ab; suchen ihre Bedingungen zu erforschen und die Kräfte auszumitteln, durch die sie hervorgebracht werden. Es müssen ferner die Gesetze aufgestellt werden, nach denen sich die Kräfte wirksam zeigen, und wie das Leben des Menschen, als die Summe aller seiner Thätigkeits-Aeusserungen, durch die wechselseitige Wirkung und das wechselseitige Bedingtseyn der Kräfte hervorgebracht und unterhalten wird. Wir haben dann endlich die sämmtlichen Lebens-Aeusserungen, der verschiedenen Organe und Apparate einzeln für sich, in ihrer Verkettung mit allen übrigen, und in ihrer wechselseitigen Abhängigkeit zu schildern, womit sich namentlich der specielle Theil der Physiologie beschäftigt.

§. 9.

Die Physiologie des Menschen hat auch die, den wesentlichsten Theil der menschlichen Natur ausmachenden, geistigen oder intellectuellen Thätigkeits-Aeusserungen zu betrachten. Da diese aber der Gegenstand einer eigenen Doctrin, der Seelenlehre, abgeben, so beschränkt sich die Physiologie bei der Betrachtung der psychischen Erscheinungen vorzüglich auf folgende zwei Punkte:

1) In wie fern die Aeusserungen der Seele in ihrem Wirken von der Einrichtung des menschlichen Körpers, seiner Organisation und seinen Kräften abhängig sind, und welchen Einfluss die mancherlei Verrichtungen auf die Operationen der Seele haben. Hier ist denn also das zwischen

Digitized by Google

dem Bau des Hirns, der Nerven und der Sinneswerkzeuge und den Seelen-Aeusserungen obwaltende Verhältniss zu untersuchen. Ferner muss der bedingende Antheil, welchen die Verdauung, das Athmen, das Blut und dessen Umlauf, die Ernährung u. s. w. an der Manifestation der psychischen Thätigkeit haben, geschildert werden.

2) Liegt der Physiologie die Erörterung ob, in wie weit die Thätigkeits-Aeusserungen der Seele auf den Körper und seine Verrichtungen zurückwirken, und Veränderungen in diesen hervorbringen. Es ist folglich zu untersuchen, welche Bewegungen und Lebens-Erscheinungen durch Vorstellungen und Actionen der Seele erregt werden und wie und unter welchen Verhältnissen die Verdauung, das Athmen, die Blutbewegung und die Vorgänge der Ernährung und Absonderung durch jene, so wie durch Gemüthsbewegungen und Leidenschaften, verändert werden können.

§. 10.

Da das Menschengeschlecht immer nur durch vergängliche Einzelwesen dargestellt wird, die in Folge bestimmter Thätigkeits-Aeusserungen und unter gewissen Erscheinungen entstehen, während ihres Daseyns in ihrer Gestaltung, Bildung, Mischung und Wirksamkeit regelmässige Veränderungen zeigen, und endlich wieder untergehen; so hat die Physiologie ebenfalls von diesen Erscheinungen zu handeln. Dies geschieht in der Lehre von der Zeugung, der Bildungs- und Entwickelungs-Geschichte des Foetus, so wie in der Lehre von den Lebens- und Alters-Perioden. Und ferner beschäftigt sich die Physiologie auch mit dem Erlöschen des Lebens, und den damit nach den Todesarten verbundenen verschiedenen Erscheinungen und deren Ursachen.

§. 11.

Aufgabe der Physiologie des Menschen ist es ausserdem, sein Verhältniss zu den äusseren Einflüssen und der gesammten Natur zu betrachten. Das Leben des Menschen ist nämlich nicht allein und ausschliessend in dem Bau, der Mischung und den Kräften seines Körpers begründet, sondern es ist auch von äusseren Einflüssen, einem gewissen Grade von Wärme, dem Lichte, der atmosphärischen

Digitized by Google

Luft, dem Wasser und den Nahrungsmitteln abhängig. Es müssen daher die Wirkungen dieser Einflüsse auf den Menschen, die wir die äusseren Bedingungen des Lebens nennen, deren Verhältniss zu der Organisation und den Kräften des menschlichen Körpers, so wie die Ursachen der Abhängigkeit des Lebens von denselben einer Untersuchung unterworfen werden. Auch die Tages- und Jahres-Zeiten, die klimatischen Verhältnisse, die verschiedene Dichtigkeit der Luft u. s. w. haben einen mächtigen Einfluss auf die Lebens-Aeusserungen, welchen die Physiologie nicht unbeachtet lassen darf. Und endlich ist die Wirkung der Witterung, der verschiedenen Trockenheit und Feuchtigkeit des Dunstkreises, der Gewitter u. s. w. nicht zu verabsäumen.

§. 12.

Der Mensch, als frei handelndes Wesen, übt durch sich selbst, seine Lebensart, die Wahl der Nahrungsmittel und Getränke, die Beschäftigungs-Weise, die Gewerbe, die Einrichtung seiner Wohnungen, die Art seiner Kleidung u. s. w. einen bedeutenden Einfluss auf die verschiedenen Apparate und Organe aus, und nimmt dieselben auf verschiedene Weise in Anspruch. Es müssen daher auch die Wirkungen dieser Verhältnisse in der Physiologie berücksichtigt werden. Endlich haben noch die Sitten und Gebräuche, die Einrichtung der bürgerlichen Gesellschaft, die Staats-Verfassung und die herrschenden Religions-Meinungen einen grossen Einfluss auf das Leben des Menschen, der ebenfalls Beachtung verdient.

Methoden, die Physiologie zu bearbeiten.

§. 13.

Nach Anführung der in der Physiologie des Menschen zu lösenden Aufgaben tritt uns die Frage entgegen: wie sind sie zu lösen? Auf welche Weise, durch welches Verfahren gelangt man zur Kenntniss der Eigenschaften und Thätigkeits-Aeusserungen der lebenden Körper überhaupt und des Menschen insbesondere, und wie erforscht man die Ursachen und Bedingungen des Lebens? Welche Methode muss man bei der Erwerbung dieser Kenntnisse

Digitized by Google

befolgen? Bemühen wir uns diese Fragen zu beantworten. Die Physiologie ist eine Erfahrungs-Wissenschaft, und sie wird wie die gesammte Naturlehre und alle ihre Zweige durch Beobachtung und Nachdenken begründet. Mittelst der Sinne fassen wir die Erscheinungen des Lebens auf, und erlangen die das Leben betreffenden Thatsachen. Das Nachdenken ist es, welches jene nach ihren Verschiedenheiten trennt, nach ihren Aehnlichkeiten verbindet, das Besondere zum Allgemeinen verknüpft, und die Begriffe über dieselben aufstellt. Wir bestreben uns ferner, die einzelnen Begriffe unter höhere allgemeine zu bringen, die Regeln und Gesetze aufzufinden, wornach die Erscheinungen erfolgen, und die Ursachen derselben zu erforschen.

Die Physiologie wird also wie jede Erfahrungs-Wissenschaft durch sinnliche Wahrnehmung und Nachdenken begründet, und lässt bei ihrer Bearbeitung zwei Methoden zu, eine empirisch-historische, und eine theoretische, dogmatische oder philosophische. So wie in der natürlichen Ausbildung des menschlichen Geistes die Belehrung durch die Sinne, und die Erfahrung, das Erste ist, und er von ihr ausgehend sich zum Allgemeinen und zum Begriffe erhebt, und zur Induction und Spekulation übergeht; so gebührt der Physiologie auf dem Wege der Erfahrung in so fern der Vorrang, als sie der Induction und Spekulation die Materialien liefert, und jedes Erzeugniss der Spekulation auch wieder auf dem Wege der Erfahrung geprüft seyn muss, wenn ihm wissenschaftliche Anerkennung zu Theil werden soll.

Die Physiologie im Felde der Erfahrung.

§. 14.

Bei der Bearbeitung der Physiologie auf dem Wege der Erfahrung bemühen wir uns zunächst die Beziehungen der lebenden Körper und ihrer Eigenschaften zu unseren Sinnen aufzufassen, und ihre einzelnen Erscheinungen und Thätigkeits-Aeusserungen durch die Sinne zu erforschen. Unser Vorstellungs-Vermögen ist nämlich mit den Aussendingen nicht unmittelbar, sondern nur mittelst der äusseren Sinne in Beziehung gesetzt. Vorstellungen von jenen können wir nur mit Hülfe der äusseren Sinne erhalten, und

Digitized by Google

es müssen die äusseren Dinge auf unser vorstellendes Princip, die Seele, durch die Sinne wirken, wenn wir die Kunde von ihrem Daseyn und ihren Eigenschaften erhalten sollen. Die auf die Sinnesorgane wirkenden Eindrücke der äusseren Dinge erregen aber erst dann Vorstellungen, wenn die Aufmerksamkeit unseres Geistes auf die Eindrücke gerichtet ist. Wir nennen dies Wahrnehmen. Alle unsere Kenntnisse von der Natur und ihren Objekten, und folglich auch von den Eigenschaften der lebenden Körper und des Menschen selbst, mit Ausnahme seiner Seelen-Aeusserungen, beruhen zunächst auf sinnlichen Anschauungen und Wahrnehmungen, und diese liefern die Materialien zu den Vorstellungen über jene. Sinnes-Anschauungen und Wahrnehmungen der Erscheinungen der Aussendinge machen den empirischen Theil der Naturlehre überhaupt, und die der Erscheinungen der lebenden Körper den der Physiologie insbesondere, aus.

§. 15.

Die Eigenschaften der lebenden Körper, ihr Verhältniss zu einander, so wie zur gesammten Natur, mitteln wir durch Beobachtungen und Versuche aus. Jene belehren uns über die Erscheinungen, welche die lebenden Körper zunächst unserm Sinne darbieten. Durch die Versuche hingegen erfahren wir ihr Verhalten in künstlich und absichtlich herbeigeführten Verhältnissen, in die sie nicht durch Natur-Nothwendigkeit, sondern durch die Handlungen des sein Wissen zu erweitern trachtenden Menschen versetzt worden sind. Bei den Beobachtungen belauschen wir gleichsam die Natur; bei den Versuchen fragen wir sie um Rath. Die Versuche geben uns ferner die wichtigsten Thatsachen bei der Erklärung der Erscheinungen an die Hand; denn wir dringen in das Wesen eines Gegenstandes um so tiefer ein, je mehr wir vielseitige und umfassende Kenntnisse von seinem Verhalten gegen andere Natur-Zustände erlangen.

§. 16.

Die Beobachtungen und Versuche stellen wir entweder mittelst der unbewaffneten Sinne an, oder wir bedienen uns Hülfsmittel, verschiedener Instrumente. In letzterem

Digitized by Google

Falle muss die Güte und Brauchbarkeit der bei den anzustellenden Beobachtungen gewählten Instrumente geprüft seyn und wir müssen den Gebrauch derselben gehörig kennen; denn sonst laufen wir Gefahr, falsch zu beobachten. Bei der Anstellung von Beobachtungen sind folgende Regeln der Vorsicht zu beachten:

1) Vor Allem müssen sich unsere Sinnes-Werkzeuge im gesunden und regelmässigen Zustande befinden, was wir am sichersten durch Beobachtungen, die wir gleichzeitig mit Anderen anstellen, erfahren. Wir müssen ferner Sinnes-Schein und Sinnes-Täuschungen zu erkennen und zu vermeiden wissen.

2) Eine weitere Erforderniss eines guten Beobachters ist ruhige, feste und auf das Feld seiner Beobachtungen gerichtete Aufmerksamkeit, um mit Ausdauer und Sicherheit alles wahrzunehmen und nichts zu übersehen. Diese Aufmerksamkeit wird durch Liebe für das Beobachten und durch Uebung gewonnen.

3) Es muss der Beobachter während den Untersuchungen sich aller vorgefassten Meinungen entschlagen; denn diese sind gar oft die Quelle, woraus die grössten Fehler und Irrthümer entspringen. Der befangene Beobachter findet, was einer Lieblings-Theorie zusagt, und übersieht, was ihr nicht günstig ist. Dadurch eben sind nicht selten philosophische Systeme der Naturkunde gefährlich geworden, und besonders haben die Physiologie und Heilkunde, wie die Geschichte lehrt, vielfach durch die herrschend gewesenen Schulen in der Philosophie und deren unbesonnene Anwendung gelitten. Alle Befangenheit des Geistes schadet der Beobachtung. Wenn man sich zum Beobachten anschickt, muss die Theorie vergessen seyn. Es sey denn, dass man Theorien durch Beobachtungen prüfen will. Die Theorie muss also erst aus den Beobachtungen hervorgehen und von Neuem durch dieselbe geprüft werden, wenn sie Anspruch auf Wahrheit und Gültigkeit machen will.

4) Endlich muss der Beobachter und Experimentator von der Liebe zur Wahrheit beseelt seyn. Es muss ihm nur um die Wahrheit zu thun seyn; unbekümmert, ob durch seine Beobachtungen und Versuche von ihm oder Anderen

Digitized by Google

gehegte Meinungen bestätigt oder widerlegt werden. Und nie vergesse er des grossen Hallers Wahlspruch: *Boni viri nullam oportet causam esse, praeter veritatem.*

Irrthümer und Fehler im Beobachten und Experimentiren, die sich nicht selten einschleichen, liegen darin, dass man blosse Vorstellungen für Wahrnehmungen hält, also falsch beobachtet, und ein Erzeugniss der Phantasie auf die Gegenstände überträgt. Auf der andern Seite bemerkt man bisweilen zu wenig an den Gegenständen; man forscht denselben nicht genau genug nach, und erlangt nur oberflächliche Kenntnisse von ihnen. Beide Fehler haben Einfluss auf die Bestimmung des Wesens des beobachteten Gegenstandes; dort bringt man etwas Fremdes hinein, hier lässt man etwas Wesentliches weg. Es ist einleuchtend, dass beide Fehler zugleich vorhanden seyn können, und man eben dadurch zu Irrthümern verleitet wird. Vermeiden lassen sich jene Fehler nur durch die Beachtung obiger Vorschriften und durch öfteres unbefangenes Wiederholen der Beobachtungen und Versuche.

Was endlich noch die durch den inneren Sinn zu machenden Beobachtungen betrifft, so bieten diese grosse Schwierigkeiten dar. Das Anstellen feiner innerer Selbstbeobachtungen erfordert vornemlich grosse Ruhe und Fassung der Seele. Sehr wahr sagt Kant hierüber: entweder geht in unserem Inneren nichts Ungewöhnliches vor, dann haben wir wohl die Fassung, die zum ruhigen Blick in unser Inneres nöthig ist, aber es ist nichts zu beobachten; oder wir sind innerlich ungewöhnlich aufgeregt, dann fehlt meist die Fassung zum ruhigen Beobachten.

§. 17.

Da wir die Lebens-Aeusserungen der inneren Organe des Menschen nur in seltenen Fällen, zum Beispiel bei grossen Verwundungen, oder an den Körpern hingerichteter Verbrecher, zu beobachten Gelegenheit haben; so müssen wir die Natur durch Versuche an lebenden oder so eben getödteten Thieren befragen. Manche gemächliche und weichherzige Physiologen haben solche Versuche als Werke der Grausamkeit geschildert; oder sie haben selbst wohl Zweifel erhoben, ob wir berechtigt seien,

Digitized by Google

solche Versuche anzustellen, und ob daraus ein Gewinn für die Wissenschaft zu erwarten sei. Allerdings ist jeder an einem lebenden Thiere von einem rohen und unerfahrenen Menschen aufs Geradewohl und ohne Zweck angestellte Versuch grausam zu nennen. Dahingegen sind die Versuche von wissenschaftlich gebildete Männer, welche die Physiologie zu bereichern bemüht sind, nicht nur als erlaubt, sondern selbst als nothwendig zu betrachten. Dies um so mehr, wenn man bedenkt, dass ja fast all unser physiologisches Wissen aus denselben hervorgegangen ist, wie die Geschichte der Physiologie lehrt. Die grossen Verdienste, welche sich Harvey, Haller, Fontana, Spallanzani u. a. durch ihre Versuche erworben haben, werden von allen gründlichen Physiologen anerkannt. Trägt der Mensch doch kein Bedenken, so viele Thiere, mitunter auf die grausamste Art zu tödten, um seine Bedürfnisse oder Gelüste zu befriedigen; um wie weniger also können Versuche an lebenden Thieren getadelt werden, die zur Erweiterung und Beförderung unsers Wissens und zugleich auch wieder zum Wohl unserer Mitbürger angestellt werden; indem die durch dieselben gewonnenen Kenntnisse über die Lebens-Aeusserungen wieder vielfach ihre Anwendung in der Heilkunde finden. [1] So ist, um nur einige Beispiele anzuführen, die Lehre von der Heilung der Wunden, der Verschliessung der Arterien nach deren Unterbindung, und die darauf folgende Erweiterung der Nebengefässe eines Hauptstammes, so wie die Lehre von der Wirkung der Gifte und der Mittel deren Wirkung zu beseitigen, das Resultat zahlreicher an lebenden Thieren angestellter Versuche. Gewissenhafter gehandelt ist es doch wahrlich, unsere Kenntnisse über das Leben durch Versuche zu berichtigen und zu erweitern, als an kranken Menschen, nach einseitigen, oft nur aus der Phantasie entsprungenen Systemen zu experimentiren. Die Anerkennung des grossen Werthes der Physiologie als künftige Grundlage für die rationelle Heilkunde hat daher von jeher geistvolle Männer bewogen, die Lehre von den Verrichtungen des menschlichen Körpers durch Versuche an lebenden Thieren aufzuhellen. Was die Physiologie des Menschen an unerschütterlichen Thatsachen

Digitized by Google

über die Kenntniss der mancherlei Verrichtungen, des Athmens, des Blutumlaufs, der Verdauung, der Einsaugung, der Muskel- und Nerven-Reizbarkeit besitzt, ist fast allein das Resultat von Versuchen an lebenden Thieren, aus denen man der Analogie nach auf den Menschen schliesst. Und wohl niemals werden wir Gelegenheit haben, den Kreislauf des Bluts im Menschen selbst zu beobachten, sondern immer werden wir auf sein Vorkommen in ihm nur aus Gründen der Analogie schliessen können. Eben der Abneigung mancher Physiologen zu Versuchen müssen wir vorzüglich die geringeren Fortschritte zuschreiben, welche die Physiologie in Vergleichung mit anderen physikalischen Wissenschaften gemacht hat. [2] Und allerdings ist es gemächlicher, aus der Phantasie entsprungene Lehrgebäude aufzuführen, als den schwierigen Weg der ruhigen und anhaltenden Beobachtung und der mühevollen, mit Selbstverläugnung verbundenen, Vivisectionen zu betreten.

Doch immer mehr erkennt man, dass die Physiologie nicht durch das zügellose Umherschweifen der Phantasie, sondern vorzüglich durch die mit Wahrheitsliebe, Fleiss und Umsicht anzustellende Versuche ihrem Ziele näher geführt werden könne. Sollen also unsere Kenntnisse über das Leben nicht in blossen Meinungen und Dichtungen bestehen, so bedarf es der Versuche an lebenden Thieren. Zur strengen Pflicht aber muss es sich der Physiolog machen, die Schmerzen eines Thieres nicht unnöthigerweise, auch nur um einen Augenblick, zu verlängern.

1 Haller *(Op. min. T. 1 p. 405)* sagt in Betreff der Grausamkeit bei Versuchen: *Multa ipse pericula feci, et centies nonagies vivorum animalium exta variis modis sumtatus sum, invisa certe mihi crudelitate usus, quam tamen utilitas generis humani, et necessitas perinde excusant, uti mitissimus quisque funera animalium inter cibos suos imprehensus, et nulla poenitentia victus admittit.*

2 Ib. p. 406 äussert Haller sehr wahr: *Hanc enim maximam causam errandi fuisse persuadeor, quod paucis experimentis, aut demum multis, sed subjecta pro experimentis analogia, plerique medicorum usi sint.*

Digitized by Google

§. 18.

Das Experimentiren an lebenden Thieren erfordert genaue Kenntniss des Baues derselben, grosse Pünktlichkeit, Unbefangenheit und Umsicht. Und der Experimentator unterlasse nicht, bei schmerzhaften Operationen, die Wirkungen der Nerven-Reizung zu beachten.

Am aller schwierigsten ist die Anwendung der aus den Versuchen gezogenen Resultate auf den Menschen. Es müssen die Thiere, an denen man experimentirt, aus derselben Classe seyn, worin sich der Mensch befindet, und sie müssen ihm in der Organisation verwandt seyn, wenn die Resultate der Analogie nach auf den Menschen mit einiger Sicherheit angewendet werden sollen. Ihre Anwendung ist um so unsicherer, je mehr die Thiere von dem Menschen in der Organisation verschieden sind. Wenn wir daher die Resultate von Versuchen, die wir an Würmern, Insekten, Mollusken, Fischen, Amphibien anstellen, unmittelbar und unbedingt in die Physiologie des Menschen aufnehmen, und auf diesen anwenden würden, so können wir dadurch grosse Fehlgriffe begehen.

§. 19.

Grosse Sorgfalt und Umsicht muss der Physiolog bei der Ziehung der Folgerungen aus den Beobachtungen und Versuchen anwenden. Er darf aus denselben nicht mehr folgern, als sich nach den Gesetzen des Denkens aus ihnen folgern lässt. Zwei gefährliche Klippen sind vorzüglich zu vermeiden, nämlich nur die Verschiedenheiten oder nur die Aehnlichkeiten der Erscheinungen aufzufassen und zu berücksichtigen. An jener scheitern leicht scharfsinnige, an dieser phantasiereiche Beobachter. [1] Erstere übersehen nicht selten das Wesen bei zu genauer Berücksichtigung der kleinsten und unbedeutendsten Nebenumstände, Letzteren dagegen genügt oft ein Schatten von Aehnlichkeit und verführt sie zu falschen Analogien. Zwischen diesen beiden Extremen steht die kostbare aber seltene Fähigkeit in der Mitte, bei der Ziehung der Resultate nichts Wesentliches zu übersehen und nichts Fremdartiges hineinzubringen, und die Aehnlichkeiten und Verschieden-

Digitized by Google

heiten durch Witz und Scharfsinn gegen einander gehörig abzuwägen. Bei der Berücksichtigung dieser Vorsichts-Massregeln werden die Ergebnisse um so klarer und bestimmter hervortreten, je öfterer und genauer wir Gegenstände der Prüfung der Sinne unterwarfen, und je mehr wir die Aufmerksamkeit unseres Geistes auf die Sinnes-Eindrücke richteten, und ihre Aehnlichkeiten und Verschiedenheiten berücksichtigten. Aus der wiederholten Uebung der Sinnesthätigkeit im Beobachten, und der Aufmerksamkeit und Reflection auf die beobachteten Gegenstände und Erscheinungen geht die Erfahrung [2] hervor, welche die Materialien zum wissenshaftlichen Gebäude der Physiologie liefert. Je grösser die Zahl der sorgsam gemachten Erfahrungen ist, je gleichförmiger und übereinstimmender ihre Ergebnisse sind, um so mehr gewähren sie Sicherheit in ihrer Anwendung und verdienen Aufnahme in die Wissenschaft.

1 Dies hat Baco *(Novum organum sive judicia vera de interpretatione naturae Lib. 1. Aphorism. 55)* trefflich in folgenden Worten angedeutet: *Maximum et velut radicale discrimen ingeniorum, quoad Philosophiam et Scientias, illud est: quod alia ingenia sint fortiora et aptiora ad notandas rerum differentias; alia ad notandas rerum similitudines. Ingenia enim constantia et acuta, figere contemplationes, et morari, et haerere in omni subtilitate differentiarum possunt: Ingenia autem sublimia et discursiva, etiam tenuissimas et catholicas rerum similitudines et agnoscunt et componunt. Utrumque autem ingenium facile labitur in excessum, prensando aut gradus rerum, aut umbras.*

2 Nimmt man Erfahrung in der weitesten Bedeutung, so dass dadurch auch die Aufmerksamkeit auf unser Inneres verstanden wird, so gründen sich alle unsere Kenntnisse auf Erfahrung, selbst die Philosophie. Hierüber hat sich Kant *(Kritik der reinen Vernunft)* also geäussert: dass alle unsere Erkenntniss mit der Erfahrung anfange, daran ist gar kein Zweifel; denn wodurch sollte das Erkenntnissvermögen sonst zur Ausübung erweckt werden, geschähe es nicht durch Gegenstände, die unsere Sinne rühren und theils von selbst Vorstellungen bewirken, theils unsere Verstandesthätigkeit in Bewegung bringen, diese zu vergleichen, sie zu verknüpfen oder zu trennen, und so den rohen Stoff sinnlicher Eindrücke zu einer Erkenntniss der Gegenstände zu verarbeiten, die Erfahrung heisst. Der Zeit nach geht also keine Erkenntniss in uns der Erfahrung vorher, und mit dieser fängt jede an.

Digitized by Google

§. 20.

Beim unermesslichen Felde der Erscheinungen des Lebens befinden wir uns ausser Stand, über alle Gegenstände selbst Beobachtungen und Versuche anzustellen. Wir müssen daher die bereits von anderen gemachten Untersuchungen benutzen, und uns oft auf das Zeugniss anderer berufen. Dies setzt die Kenntniss der Literatur und Geschichte der Physiologie und ihrer Hülfs-Wissenschaften voraus. Die Benutzung der Schriften erfordert aber grosse Sorgfalt und darf nicht ohne Urtheil geschehen. Schenkt man den Schriftstellern unbedingten Glauben, so ist keine Behauptung, keine Ansicht noch so ungereimt, für die sich nicht Belege aus Büchern anführen liessen. Man muss daher die Angaben der Schriftsteller prüfen. Am sichersten geschieht dies durch Wiederholung eines oder des anderen der von ihnen gemachten Beobachtungen oder Versuche. Doch kann man schon aus den von den Experimentatoren befolgten Methoden, aus der Erzählung ihrer Beobachtungen und Versuche, und aus der Vergleichung mit gleichen oder ähnlichen, von anderen gemachten, auf den Grad der Zuverlässigkeit und Treue schliessen. Sind die Beschreibungen verworren, unlogisch, enthalten sie Widersprüche, und sind sie gleich vorn herein mit paradoxen theoretischen Meinungen und Ansichten vermischt; so sei man in ihrer Benutzung und Anwendung höchst vorsichtig. Auch gegen Bücher sei man misstrauisch, die in einer verworrenen, unklaren oder eigens gebildeten Sprache geschrieben sind; denn meist sucht sich die Leerheit der Ideen hinter die Unklarheit, oder eine scheinbare Originalität und die Erfindung neuer, pomphaft klingender, Kunstausdrücke zu verbergen. Ueberhaupt ist es nothwendig, wenn man sich auf Autoren als Zeugen beruft, dass man ihre literarischen Erzeugnisse im Ganzen und den Gang ihrer Bildung kennt, um darnach die Richtung ihrer Studien und Bestrebungen zu beurtheilen. Ein Fehler ist endlich der unbedingte Glauben an berühmte Vorgänger, und die sklavische Unterwürfigkeit, die man ihrer Autorität bezeigt, wobei oft die Autorität für Wahrheit und nicht die Wahrheit für Autorität gilt. Dieses blinde Vertrauen ist bei manchen, besonders

Digitized by Google

älteren Männern, oft in dem Grade eingerostet, dass sie für eine neue Wahrheit, die gegen die Behauptung eines alten berühmten Autors oder ihre eigene anstösst, ganz unzugänglich sind. Hierdurch wird der Geist gelähmt und im Weiterschreiten zur Wahrheit gehemmt.

§. 21.

Auf dem Wege der Erfahrung, der Beobachtung und des Versuchs allein hat die Physiologie das gewonnen, was sie an unerschütterlichen Thatsachen und Wahrheiten besitzt, wie die Geschichte dieser Wissenschaft beweist. Sie ist vorzüglich dadurch gefördert und bereichert worden, dass man mit Sorgfalt und Genauigkeit die Erscheinungen des Lebens und deren Bedingungen ausmittelte, und die Methoden immer mehr vervollkommnete, genaue Beobachtungen und Versuche anzustellen. Grosse und wichtige Entdeckungen können dem menschlichen Geiste in diesem Gebiete des Wissens nicht entgehen; wenn er kühn auf dem Wege der Beobachtung und des Versuchs fortschreitet, unablässig sucht und forscht, und über das Gefundene mit Unbefangenheit und Scharfsinn nachdenkt. Jeder Schritt vorwärts öffnet neue Aussichten, und jede neue Entdeckung bahnt den Weg zu anderen.

Theoretische, dogmatische oder philosophische Bearbeitung der Physiologie.

§. 22.

Bemüht sich der Physiolog auf dem Felde der Erfahrung die Beziehung der lebenden Körper und des Menschen insbesondere zu den Sinnen auszumitteln, ihre Erscheinungen klar aufzufassen und mit Umsicht zu sammeln; so bestrebt sich der Physiolog auf dem Standpunkte der Theorie die auf dem Wege der Beobachtung und des Versuchs gewonnenen Thatsachen durch Nachdenken zu verarbeiten, sie nach ihren Aehnlichkeiten und Verschiedenheiten zu sichten und zu ordnen, und unter allgemeine Gesichtspunkte zu bringen, diese in Begriffen festzuhalten, die Verhältnisse der Thatsachen zu einander und in ihrer wechselseitigen Verkettung und Abhängigkeit zu untersuchen, und ihre Gesetze und Ursachen zu erforschen. Beobachtungen und Versuche liefern uns also nur die

Digitized by Google

Materialien, den Stoff zur Physiologie, sie geben uns aber die Wissenschaft nicht. Die Masse der durch sinnliche Anschauung und Wahrnehmung erworbenen Thatsachen über das Leben muss erst durch die reflectirende Thätigkeit des Geistes Ordnung erhalten, und der ursachliche Zusammenhang derselben muss erkannt seyn, ehe sie als der Inhalt einer Wissenschaft, oder als ein logisch gegliedertes und zusammenhängendes Ganzes von Kenntnissen über die Natur der lebenden Körper und des Menschen angesehen werden kann. Die Aufstellung und Begründung der Theorie, oder die Unterordnung der das Leben betreffenden Erscheinungen und Thatsachen unter allgemeine Begriffe, die Erforschung allgemeiner Gesetze über dieselben, und die Erklärung ihrer Ursachen, ist die Hauptaufgabe der Physiologie. Die Theorie kann nur durch Nachdenken über die durch Beobachtungen und Versuche gewonnenen Thatsachen erlangt werden, denn eben das Wesen der reflectirenden Erkenntniss besteht in der Auffindung des Allgemeinen, und in der Unterordnung des Besonderen unter das Allgemeine. Sind die auf empirischem Wege gewonnenen Materialien mangelhaft und unvollständig; so wird auch die durch Reflection über dieselben aufgestellte Theorie falsch seyn. Von der anderen Seite aber können die Thatsachen richtig aufgefasst seyn, und die Theorie ist doch irrig; wenn die über jene gemachten Reflectionen einseitig und fehlerhaft sind.

§. 23.

Es ist also die Aufgabe der theoretischen oder philosophischen Bearbeitung der Physiologie, gleich jeder Wissenschaft, die Masse der dahin einschlagenden Thatsachen zu ordnen und unter allgemeine Gesichtspunkte zu bringen. Die Erreichung dieses Ziels ist um so schwieriger, je zahlreicher, mannigfaltiger und verwickelter die Gegenstände und Erscheinungen sind, mit denen sich eine Wissenschaft beschäftigt. Um allgemeine Gesichtspunkte zu gewinnen, ist es vor Allem nothwendig, die betreffenden Gegenstände und Erscheinungen in ihren kleinsten Einzelheiten aufzufassen. Je klarer und bestimmter der Forscher das Einzelne oder Besondere aufgreift, und je mehr er seine

Digitized by Google

Aufmerksamkeit auf einen Punkt zu concentriren vermag, um so sicherer sind die Materialien, denen er allgemeine Gesichtspunkte abzugewinnen bemüht ist. Von der anderen Seite muss sich der Geist des Forschers auch wieder so über das Einzelne zu erheben verstehen, indem ihm sein Vorstellungsvermögen die ganze Masse der Einzelheiten vorführt, dass er das, was tausenden von Objekten und Erscheinungen in diesem oder jenem Punkte gemeinsam ist, erkennt, in einem klaren Bilde vorstellt und in einem Satze ausspricht. Eben diese Thätigkeits-Aeusserungen des Geistes, sich auf die einzelnen Sinne zu concentriren, um die besonderen Erscheinungen der zu erforschenden Gegenstände aufzufassen, und sich dann gleichsam wie im Adler-Fluge zu erheben, und die Masse der Objekte mit ihren Erscheinungen wie im Vogel-Perspectiv zu überschauen, macht das philosophische Genie aus. [1]

1 Man hat zwar auch den Versuch gemacht, das Leben mit Hintansetzung der Erfahrung vom metaphysischen Standpunkt aus zu construiren, oder durch innere Anschauung, wie es schon die Neuplatoniker nannten, aufzufassen. Der Stifter eines neueren Systems der Philosophie der Natur, oder einer Erkenntniss der Natur aus Ideen, stellte die Behauptung auf: die Gesetze der Natur müssten sich unmittelbar im Bewusstseyn als Gesetze des Bewusstseyns, und umgekehrt die Gesetze dieses in der objectiven Natur als Naturgesetze nachweisen lassen. Und so suchte er einen Parallelismus der Intelligenz und der Natur durchzuführen. Der grosse Baco *(de dignitate et augmentis scientiarum Lib. 1)* hat sich über ein Verfahren der Art in folgenden Worten geäussert:

Alius error fluit ex nimia reverentia, et quasi adoratione intellectus humani; unde homines abduxere se a contemplatione naturae atque ab experientia, in propriis meditationibus et ingenii commentis susque deque volutantes. Caeterum praeclaros hos opinatores (et si ita loqui licet) intellectualitos, qui tamen pro maxime sublimibus et divinis philosophis haberi solent, recte Heraclitus perstrinxit. Homines, inquit, quaerunt veritatem in Microcosmis suis, non in mundo majori. Respuunt enim quasi Abecedarium naturae primumque in operibus divinis tirocinium: quod si non facerent, potuissent fortasse gradatim et sensim, post literas simplices, et denique syllabas ad textum et volumen ipsum creaturarum expedite legendum ascendere. At illi contra, jugi et perpetua mentis agitatione, urgent et tanquam invocant suos Genios, ut vaticentur iis, edantque oracula, quibus merito et suaviter decipiuntur. Quam suaviter delirant illi Philosophi, cum innumerabiles construunt

Digitized by Google

mundos, dum solem, dum lunam, stellas orbesque, nihilusquam haesitantes, perinde quasi naturae rerum architecto fuerint a secretis, quasive deorum consilio nobis advenerint. Quos natura cum suis conjecturis admodum ridet. Nam nihil apud illos esse comperti, vel illud satis magnum est argumenti, quod singulis de rebus certantes litibus haud dirimendis distinentur.

Und endlich äussert Baco sehr wahr an einem andern Orte *(Novum organum Lib. 1 Aph. 9)*: *Causa vero et radix fere omnium malorum in scientis ea una est, quod dum mentis humanae vires falso miramur et extollimus, vera ejus auxilia non quaeramus.*

§. 24.

Was das Ordnen und Zusammenstellen der durch Beobachtungen und Versuche gewonnenen Thatsachen betrifft, das Ziehen von Folgerungen aus ihnen, und das Bilden von Begriffen und Urtheilen über dieselben, so sind es die Analyse, Synthese und Induction, welche hier ihre Anwendung finden. Durch die Analyse trennen und zerlegen wir die durch sinnliche Wahrnehmung aufgefassten zusammengesetzten und verwickelten Erscheinungen der lebenden Körper, und führen sie auf ihre einfachen Bestandtheile zurück, indem wir jeder Seite einer Erscheinung unsere Aufmerksamkeit zuwenden. Haben wir die Erscheinungen aufgelöst, so stellen wir durch Synthese die gleichen und ähnlichen zusammen, und bemühen uns das, was einer gewissen Gruppe von Erscheinungen gemeinsam und wesentlich ist, in einem Begriff festzuhalten. Aus vielen gleichen oder ähnlichen Erscheinungen schliessen wir auf dem Wege der Induction auf allgemeine Regeln und Gesetze. Solche Schlüsse leiten die gesammte Naturlehre und alle ihre Zweige.

§. 25.

Haben wir die allgemeinen Erscheinungen und Eigenschaften der lebenden Körper überhaupt, und deren Besonderheit oder Modification in den verschiedenen Gruppen von lebenden Wesen, und in einer besonderen Art, nämlich dem Menschen, aufgefunden; haben wir ferner die Untersuchung auch über die Eigenschaften und Thätigkeits-Aeusserungen der einzelnen Gebilde und Organe fortgesetzt; so forschen wir nach den Verhältnissen, in denen die Ei-

Digitized by Google

genschaften und Thätigkeits-Aeusserungen dieser zu einander stehen, und mitteln ihre wechselseitige Abhängigkeit aus; denn die in die Zusammensetzung eines lebenden Körpers eingehenden Theile mit ihren Thätigkeits-Aeusserungen befinden sich in Wechsel-Wirkung, und stehen in einem zum Fortbestehen nothwendigen wechselseitigem Bedingtseyn.

§. 26.

Nachdem wir die Erscheinungen und Eigenschaften der lebenden Körper auf allgemeine zurückgeführt, und ihr Verhältniss zu einander berücksichtigt haben; so führt uns die weitere Untersuchung zur Ausmittelung der Ursachen, worin sie begründet sind. Das letzte Ziel jeder Untersuchung im Gebiete der Naturlehre ist die Erforschung der Ursachen der Natur-Erscheinungen.

Hierbei haben wir folgende Regeln zu beachten:

1) Erscheinungen und Wirkungen einerlei Art müssen einerlei Ursache zugeschrieben werden.
2) Wir dürfen keine Ursache für wahr halten, als eine solche, die sich auf wiederholte richtige Erfahrungen gründet, und die zur Erklärung der Erscheinungen nothwendig und hinreichend ist.
3) Man darf die Zahl der Ursachen nicht über die Zahl der offenbar und wesentlich verschiedenen Wirkungen hinaus vermehren.

§. 27.

Werfen wir einen Blick auf die Ursachen und Bedingungen, von denen die Thätigkeits-Aeusserungen der organischen Körper oder die Lebens-Erscheinungen abhängen, so nehmen wir wahr: es sind solche, die in ihnen selbst, in einer besonderen Beschaffenheit ihres materiellen Substrats und in ihrer Organisation begründet sind; oder aber solche, welche ausser ihnen liegen, und in dem Einflusse der Wärme, des Lichts, der Luft, des Wassers und der Nahrungsmaterien bestehen, die auf die lebenden Körper einen für die Aeusserungen des Lebens nothwendigen Einfluss ausüben. Erstere nennen wir die inneren, letztere die äusseren Ursachen des Lebens.

Digitized by Google

§. 28.

Die innneren, in der Beschaffenheit der lebenden Körper selbst liegenden Bedingungen oder Ursachen ihrer Thätigkeits-Aeusserungen nennen wir ihre Kräfte. Das Wort, Kraft, ist von jeher in einer verschiedenen, und daher Verwirrungen in der Erklärung der Natur-Erscheinungen herbeiführenden Bedeutung gebraucht worden. Bald versteht man darunter die Eigenschaft, oder die in der Beschaffenheit eines Körpers liegende Ursache, gewisse Erscheinungen hervorzubringen; bald hingegen denkt man sich dabei ein Etwas, welches den Körpern nur gleichsam adhärirt, sie durchdringt, von ihrer Materie aber objectiv verschieden ist. Der Begriff der Kraft ist seiner reinsten Bestimmung nach, ein aus dem Begriffe der Ursächlichkeit abgeleiteter Verhältniss-Begriff. Wo wir gewisse Erscheinungen in der Sinnenwelt wahrnehmen, da sind wir nach der Einrichtung unseres Erkenntniss-Vermögens genöthigt, dieselben als Folgen oder Wirkungen auf ein Ding zu beziehen, welches wir die Ursache oder den Realgrund der Erscheinungen nennen. Diesem Dinge legen wir, als der Ursache, gewisse Erscheinungen hervorzubringen, eine Kraft bei und nennen die Erscheinungen seine Wirkungen oder Kraft-Aeusserungen. So nehmen wir an den Körpern die Erscheinung der Schwere wahr. Die Physiker belegen die in den Körpern liegende Ursache dieser Erscheinung mit dem Namen der Schwerkraft. Diese Kraft ist, so weit unsere Erfahrung über dieselbe reicht, in der materiellen Beschaffenheit der Körper begründet, und nach deren Verschiedenheit sehen wir die Erscheinungen der Schwere verschieden; wir nennen dies ihr specifisches Gewicht. Die Physiker sehen die in den Körpern liegende Ursache der Schwere, die sie durch das Wort, Schwerkraft, bezeichnen, nicht als etwas für sich bestehendes, von ihrer Materie objectiv verschiedenes, und denselben nur blos anhängendes Etwas an; sondern sie betrachten sie als eine, in der Beschaffenheit der Körper selbst begründete Eigenschaft. Gesetzt aber auch, die Physiker nähmen an, die Ursache der Schwere sei in etwas Immateriellen begründet, was sich aber auf keine Art beweisen lässt, so würden sie dadurch die Erscheinungen und Gesetze der Schwere um nichts mehr aufhellen,

Digitized by Google

als sie durch die Erfahrung und das Nachdenken bereits erforscht sind. Auf gleiche Weise verhält es sich mit den von den Physikern aufgestellten verschiedenen Kräften, welche sie als die, in den materiellen Eigenschaften begründeten, Ursachen der Erscheinungen ansehen, ohne sie als etwas für sich bestehendes und von der Materie objectiv verschiedenes zu betrachten.

§. 29.

Kraft ist also ein subjectiver Begriff, wodurch wir das zwischen Ursache und Wirkung, oder das zwischen den Eigenschaften der Körper und ihren Erscheinungen obwaltende Verhältniss ausdrücken; oder Kraft wird nur als der zureichende Grund der Wirkung eines Dinges gedacht. Die in der materiellen Beschaffenheit der Körper liegende Ursache, gewisse sinnliche Erscheinungen hervorzubringen, die wir durch den Namen der Kräfte bezeichnen, benennen wir nach ihren Wirkungen. Da die Dinge ausser uns nur mittelst ihrer materiellen Eigenschaften auf unsere Sinne wirken, und nur mittelst dieser, unter Mitwirkung der Thätigkeit des Geistes, Vorstellungen erregen; so können wir bei der Erforschung der Ursachen oder Kräfte ihrer Erscheinungen nicht über ihr materielles Substrat hinausgehen. Fragen wir weiter: sind die Erscheinungen, welche die Körper oder Materien darbieten, wirklich nur blosse Wirkungen ihrer materiellen Eigenschaften, oder sind sie nicht vielleicht in einem Etwas begrüdet, was nicht Materie ist? Hier müssen wir offen bekennen, dass die Beantwortung dieser Frage ganz ausser dem Bereiche unserer Erkenntniss liege; weil ein solches Etwas, das nicht Materie und folglich übersinnlich ist, gar nicht Gegenstand unserer Erkenntniss seyn kann, indem es keinen Zugang zu unserem Vorstellungs-Vermögen hat.

Eine Kraft nur, die Geisteskraft oder Seele, ist uns der Erfahrung nach bekannt, die sich selbst erkennt, nach den Ursachen der Natur-Erscheinungen forscht, und eine oberste oder höchste Ursache der Natur und ihrer selbst, ein Unbedingtes oder Göttliches, denkt. Diese Kraft sehen wir als in einem übersinnlichen Substrat begründet an, indem sie sich nicht, wie die übrigen Dinge, mittelst der äusseren Sinne wahrnimmt, sondern sich selbst erkennt,

Digitized by Google

also Object und Subject zugleich, oder Gegenstand ihrer eigenen innern Wahrnehmung ist. Auch diese Kraft äussert sich der Erfahrung nach in und durch einen Körper. Von einer unmittelbaren, und nicht an einem Körper sich äusserenden, und also von diesem ganz unabhängigen Wirkung der Geisteskraft haben wir keine Erfahrung und keinen reellen Begriff. Ob und wie diese sich selbst erkennende Kraft, auch unabhängig und nicht gebunden an einen Körper, sich wirksam äussern könne, ist nicht Gegenstand der Physik und Physiologie, die sich nur mit den Erscheinungen und Eigenschaften der Körper überhaupt und der lebenden Körper insbesondere, so weit sie sich durch sinnliche Wahrnehmungen erkennen lassen, beschäftigen. Dies Lösung jenes Problems gehört also in das Gebiet der Metaphysik.

Demnach also legen wir den Körpern, insofern sie die Eigenschaft haben, sich der Seele mittelst der Sinne bemerkbar zu machen, Kraft bei, und wir bezeichnen durch dieses Wort nur das Verhältniss, welches zwischen Ursache und Wirkung, oder zwischen den Körpern und ihren Erscheinungen vorhanden ist. [1]

1 Uebrigens wollen wir nicht in Abrede stellen, dass es noch Wirkungen oder Kraft-Aeusserungen in der Natur geben könne, die wir bei der einmal bestehenden Einrichtung unserer Sinne nicht wahrzunehmen im Stande sind. Die Welt ausser uns mit ihren Wirkungen erkennen wir durch die Sinne nur so weit, als jene mittelst dieser unsere Seele in Thätigkeit versetzen und einen Zugang zu derselben finden. Dass es aber durchaus keine sonstigen Wirkungen geben könne, lässt sich nicht beweisen.

§. 30.

Auf das Vorhandenseyn verschiedener Eigenschaften, Kräfte oder inneren Ursachen, in den organischen oder lebenden Körpern können wir nur aus den Erscheinungen schliessen, welche sie darbieten. Die in ihnen liegenden, die Erscheinungen oder Thätigkeits-Aeusserungen der lebenden Körper bedingenden, ursächlichen Verhältnisse, oder die Kräfte, bestimmen wir nach der Verschiedenheit ihrer Erscheinungen. Organischen Körpern oder Theilen derselben, an denen wir gleiche Erscheinungen und Thätigkeits-Aeusserungen wahrnehmen, schreiben wir gleiche Eigenschaften

Digitized by Google

oder Kräfte zu, wodurch wir das ursachliche Verhältniss in ihnen bezeichnen, gleiche Wirkungen hervorzubringen.

Die wichtige Frage: ob die an den lebenden Körpern bemerkbaren Erscheinungen in Kräften eigenthümlicher Art, in organischen Kräften, begründet, oder ob sie nicht vielmehr als blosse Wirkungen von Kräften zu betrachten sind, die allen Körpern und selbst den leblosen zukommen, können wir nur durch eine anzustellende Vergleichung der Erscheinungen und Eigenschaften der lebenden Körper mit denen der unorganischen Körpern beantworten. Da wir aber hierbei auf Thätigkeits-Aeusserungen stossen, die den lebenden Körpern eigenthümlich sind, und die wir nicht als Wirkungen allgemeiner physischer Kräfte ansehen können; so berechtigt uns dies zur Annahme eigener, vitaler Kräfte, oder vitaler Eigenschaften. Haben wir das Daseyn organischer Kräfte dargethan, so bemühen wir uns zunächst durch Untersuchung der Erscheinungen der lebenden Körper diejenigen Kräfte aufzustellen, die allen, sowohl den Pflanzen als Thieren gemeinsam zukommen. Hierauf erst mittlen wir die Eigenschaften aus, die jeder dieser Gruppe von Körpern eigenthümlich sind. Ferner bemühen wir uns, auch die dem Menschen zukommenden Kräfte durch eine Vergleichung desselben mit den Thieren anzugeben. Für alle wesentlich verschiedenen Erscheinungen müssen wir besondere Ursachen und Kräfte annehmen, so lange wir den Unterschied der Erscheinungen nicht aufzuheben und sie nicht auf einander zu reduciren im Stande sind. Das Bestreben des Physiologen muss endlich vornehmlich darauf gerichtet seyn, die Bedingungen und Gesetze auszumitteln, wornach sich die Kräfte wirksam zeigen, und das Verhältniss der Kräfte zu einander oder ihre Wechsel-Wirkung, und ihre wechselseitige Abhängigkeit zu erforschen.

§. 31.

Durch die Erforschung der in den lebenden Körpern selbst liegenden Ursachen, von denen ihre Erscheinungen und Thätigkeits-Aeusserungen abhängen, oder durch die Ausmittelung ihrer Eigenschaften und Kräfte, und die Aufstellung der Gesetze, wornach sie wirksam sind, wird jedoch das Leben noch nicht erkannt. Die lebenden Körper

Digitized by Google

sind nämlich nicht isolirt stehende Wesen, die in sich allein die Ursachen ihres Daseyns haben, sondern sie stehen mit der gesammten Natur in Wechselwirkung, sie sind Glieder der gesammten Natur. Alle ihre Thätigkeits-Aeusserungen und Eigenschaften sind auch von äusseren Einflüssen abhängig. Das Forthestehen der organischen Körper und ihrer Lebens-Aeusserungen erfordert einen gewissen Grad von Wärme, die Einwirkung der Luft, das Vorhandenseyn von Wasser und Nahrungs-Materien. Auch das Licht ist für die meisten lebenden Körper eine nothwendige äussere Bedingung des Lebens. Werden die organischen Körper ausser Verbindung mit einem oder dem anderen dieser äusseren Einflüsse gesetzt; so erlöschen ihre Lebens-Aeusserungen, und die Verhältnisse ihres materiellen Substrats, die wir als ihre inneren Ursachen oder Kräfte betrachten, werden in dem Grade verändert, dass sie nicht mehr die Lebens-Erscheinungen hervorbringen. Die den lebenden Körpern zukommenden Eigenschaften und Kräfte sind also durch äussere Einwirkungen bedingt. Wir müssen daher die Abhängigkeit der lebenden Körper von den äusseren Einflüssen einer genauen Untersuchung unterwerfen, den Ursachen dieser Abhängigkeit nachforschen, und die Gesetze aufstellen, die hinsichtlich des Bedingtseyns der lebenden Körper durch jene obwalten. Auch hier haben wir die für alle organische Körper nothwendigen äusseren Bedingungen oder Ursachen, so wie die, welche die Pflanzen und Thieren, und den Menschen insbesondere betreffen, auszumitteln. Und wir haben endlich die Veränderungen zu erforschen, die in den Lebens-Aeusserungen eines Körpers, oder in denen eines besonderen Apparats und Organs bei der Einwirkung der verschiedenen Aussendinge eintreten.

§. 32.

Das letzte Bestreben der theoretischen Bearbeitungs-Weise der Physiologie ist: die durch Nachdenken über die Eigenschaften und Thätigkeits-Aeusserungen der lebenden Körper überhaupt, und des Menschen insbesondere, so wie über deren Ursachen gewonnenen Resultate zu einem logisch geordneten und gegliederten Ganzen so zu verketten,

Digitized by Google

dass Einheit und Zusammenhang in die Masse gebracht wird. Ein dem gemäss angeordnetes Ganzes der Kenntnisse über das Leben, ist seiner Form nach das System, seinem Inhalte nach die Wissenschaft der Physiologie. Dies ist bei weitem die schwierigste Aufgabe, denn der unbefangene, ruhige und bescheidene Forscher im Gebiete der Physiologie findet bei der Lösung derselben grosse Hindernisse. Er nimmt Lücken wahr, die in mangelhaften, unvollständigen Beobachtungen und Versuchen begründet sind, aus denen sich keine sichere Resultate ziehen lassen. Viele Gegenstände ferner sind nicht genau oder gar nicht untersucht. Es sind oft nur einzeln stehende Thatsachen vorhanden, die sich noch nicht erklären und mit den anderen verketten lassen, oder die Meinungen und Ansichten der Physiologen über dieselben widersprechen sich. Je vertrauter wir mit den Erscheinungen des Lebens werden, um so mehr überzeugen wir uns, dass unser Wissen nur Stückwerk ist. Und wie oft müssen wir das Geständniss ablegen, dass wir vieles nicht wissen. Der Physiolog bleibt daher hinter dem Ziele, eine vollständige Erklärung aller Erscheinungen des Lebens und seiner Ursachen zu geben, zurück. Dies darf ihn aber nicht abhalten, nach der Erreichung jenes Ziels zu streben. Wenn die Kenntniss der Thatsachen über eine oder die andere Erscheinung des Lebens zu dürftig oder unzulänglich ist, um aus ihnen gehörig begründete Folgerungen ziehen zu können; so werden wir bei dem Bestreben unseres Geistes, die vorliegenden, wenn auch vereinzelten Thatsachen, unter einen allgemeinen Gesichtspunkt zu bringen und sie zu erklären, genöthigt, zu Muthmaassungen, Voraussetzungen, Hypothesen unsere Zuflucht zu nehmen, durch die wir jene Lücken vorläufig ausfüllen. Auf Hypothesen darf man jedoch nicht, wie auf erwiesenen Sätzen, fortbauen, denn dabei würden wir Gefahr laufen, Irrthümer zu verbreiten. Sie sind nur problematische Sätze, die des Erweises noch bedürfen, und die wohl als Führer zur Wahrheit dienen können; wenn sie die Veranlassung zu neuen Forschungen und Untersuchungen geben, und eben durch diese erst geprüft werden, um ihren Anspruch als Lehrsätze geltend zu machen. Leider ist die Physiologie mehr als irgend eine

Digitized by Google

andere Wissenschaft der Vermengung mit Hypothesen ausgesetzt; weil in derselben noch vieles zu untersuchen und vieles gewiss nie zu erforschen ist.

§. 33.

Obgleich es die Aufgabe der Theorie der Physiologie ist, die Erscheinungen des Lebens und seine Gesetze zu erforschen, seine Ursachen zu ergründen, und die Ergebnisse der Forschungen als ein wissenschaftliches und inneren Zusammenhang habendes Ganzes darzustellen; so müssen wir dennoch eine Beschränkung in der Lösung dieser Aufgabe anerkennen. Die menschliche Vernunft, vermöge ihres Wesens, nach höchster Vollendung der Erkenntniss strebend, sucht sich zwar zum klaren Auffassen der letzten und obersten Ursachen der Natur und ihrer mancherlei Erscheinungen zu erheben, und es äussert sich im menschlichen Geiste eine unbezähmbare Begierde, den ganzen Zusammenhang und die Kette der Ursachen und Wirkungen bis zum letzten Gliede zu erforschen. Die Befriedigung dieser Begierde hat sich aber bis jetzt als über die Gränze unseres Fassungs-Vermögen hinausgehend gezeigt. Betrachtet man die Natur-Erscheinungen nur mit einiger Aufmerksamkeit; so nimmt man bald wahr, dass die zunächst erkannten Ursachen nur Wirkungen von höheren Ursachen sind, dass man also von einer Ursache zur anderen fortgehen, und endlich auf noch höhere und unbegreifliche Ursachen stösst, an denen der Faden der Untersuchung abreisst. Zu den Gegenständen die bisher allen angestellten Untersuchungen und Forschungen unübersteigliche Hindernisse entgegengesetzt haben, und auf die auch der Physiolog bei fortgesetzten Untersuchungen über das Leben stösst, zählen wir die Lösung der Aufgabe, was die Materie an sich sei, ferner das Erkennen der Kräfte an sich [1], die Ausmittelung des innigen Verhältnisses des Körpers zur Seele und endlich das Erforschen der End-Ursache und des Urschöpfungs-Actes der Welt, unseres Planeten und der auf demselben vorkommenden Körper. Ueberlässt sich der Naturforscher der ungezügelten Begierde, diese Verhältnisse ergründen zu wollen, die ausser dem Bereiche der Erforschung liegen; so entrückt ihn

Digitized by Google

die Phantasie dem Boden der Erfahrung, und er läuft Gefahr in das Gebiet der Schwärmerei zu gerathen.

1 Die Beantwortung der Frage, was die Materie an sich sey, ob sie sich thätig oder leidend verhalte, hat sich bis jetzt als ausser dem Bereiche unserer Erkenntniss liegend gezeigt. Die Weltweisen haben hierüber viele Meinungen geäussert, ohne jene Fragen entschieden zu haben. Die einzige Vorstellung, die sich unser Verstand von der Materie, in so fern sie ein Gegenstand der sinnlichen Wahrnehmung ist, machen kann, ist ihr Vorhandenseyn im Raume. Eben so wenig sind bis jetzt die Kräfte in ihrem Wesen erkannt worden. Wir erkennen dieselben nur aus ihren Wirkungen und schliessen aus diesen auf ihr Vorhandenseyn, ohne das Ansich der Kräfte erforscht zu haben. Die Erscheinungen der Anziehung und Abstossung, die elektrischen und magnetischen Erscheinungen und deren Gesetze haben die Physiker und Chemiker durch Beobachtungen, Versuche und Nachdenken auszumitteln sich bemüht; aber das Bedingende, das Ansich, den letzten Grund dieser Erscheinungen darzuthun, vermogten sie nicht. Da Newton nach der Ursache der Bewegungen der Himmelskörper forschte, und deren Bewegungen aus ihrer wechselseitigen Anziehung erklärte, so hütete er sich, die Anziehung selbst erklären zu wollen, und er räumte noch eine höhere die Anziehung bedingende Ursache ein. Die Möglichkeit, die Grundkräfte begreiflich zu machen, sagt Kant (Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft), heisst etwas Unmögliches fordern. Eben deswegen nennt man sie Grundkräfte, weil sie von keiner andern hergeleitet, das ist, nicht begreiflich gemacht werden können.

§. 34.

Die Physiologie ist also, wie sich aus dem Vorgehenden sattsam ergibt, eine Erfahrungs-Wissenschaft, gegründet auf einen rationellen Empirismus. Sie darf in allen ihren Sätzen, Behauptungen und Erklärungen ihren empirischen Charakter nicht verläugnen. Ihre Lehrsätze sind aus Beobachtungen und Versuchen gezogene Folgerungen. Die durch Induction gefundenen Regeln und Gesetze für die Erscheinungen und Ursachen des Lebens haben nur relative Gültigkeit in Beziehung auf die Beobachtungen und Versuche, aus denen sie abgeleitet sind. Sie gelten nur so lange für Wahrheiten, bis sie durch weitere Erfahrungen eingeschränkt oder berichtigt werden. Die auf obige Weise aufgestellten Lehrsätze werden zu einem systematischen oder logisch geordneten Ganzen verbunden, in dem sich da

Digitized by Google

Lücken finden, wo entweder Beobachtungen und Versuche noch mangeln, oder diese nicht zureichend sind, um gehörige Folgerungen zu ziehen; oder wo die über dieselben angestellten Reflectionen einseitig und falsch sind.

Bei der Erwerbung von Kenntnissen über das Leben müssen sich Erfahrung und Nachdenken die Hand reichen. Die Physiologie im Felde der Erfahrung ist der erste und wesentlichste Theil, in so fern er die Thatsachen liefert, welche der Geist sichtet und ordnet, und woraus er allgemeine Folgerungen und Schlüsse zieht. Die Erlangung reiner und unbefangener Erfahrungen muss daher das erste Bestreben des Physiologen seyn, weil sie Materialien zum Nachdenken liefern. Das Bestreben des Physiologen im Gebiete der Theorie ist Erkenntniss der Gesetze und Ursachen der Lebens-Erscheinungen, und das Bemühen sie zur Einheit zu bringen und zu einem Ganzen zu verketten.

Ueber das Verhältniss der Empirie zum Dogmatismus hat sich Baco *(Novum Organon L. 1 Aph. 95)* sehr treffend in folgendem Gleichniss ausgesprochen:

Qui tractaverunt scientias aut Empirici, aut Dogmatici fuerunt. Empirici, formicae more congerunt tantum, et utuntur, Rationales, aranearum more, telas ex se conficiunt. Apis vero ratio media est, quae materiam ex floribus horti et agri elicit; sed tamen eam propria facultate vertit et digerit. Itaque ex harum facultatum, experimentalis scilicet et rationalis, arctiore et sanctiore foedere bene sperandum est.

Ferner äussert sich Baco (Aph .19) über die Methode zur Wahrheit zu gelangen also: *Duae viae sunt, atque esse possunt ad inquirendam et inveniendam veritatem. Altera a sensu et particularibus advolat ad Axiomata maxime generalia, atque ex iis principiis eorumque immota veritate judicat et invenit Axiomata media: atque haec via in usu est. Altera a sensu et particularibus excitat Axiomata, ascendendo continenter et gradatim, ut ultimo loco perveniatur ad maxime generalia; quae via vera est, sed intentata.*

Hülfswissenschaften der Physiologie.

§. 35.

Das Studium der Physiologie setzt gewisse Kenntnisse voraus, ohne die es dem Anfänger ohnmöglich wird, in diese Wissenschaft einzudringen. Vor Allem versteht es sich von selbst, dass er im Stande sey, gehörig zu em-

Digitized by Google

pfinden, klar vorzustellen, richtig zu begreifen, folgerecht zu schliessen und zu urtheilen, kurz dass er ein guter Denker sey. Durch das Studium der Mathematik und Philosophie wird der Anfänger zu dem der Physiologie und Heilkunde vorbereitet. Hat er sich mit jenen Wissenschaften beschäftigt, so ist sein Reflections-Vermögen geübt, und es wird ihm leicht, aus dem Besonderen das Allgemeine herauszuheben, und das Allgemeine auf das Besondere anzuwenden.

Zu den näheren, der Physiologie Unterstützung und Aufhellung gewährenden Wissenschaften gehören die Physik, die Chemie, die Naturgeschichte überhaupt, die Mineralogie, die Botanik und besonders die Zoologie und vergleichende Anatomie, deren Einfluss wir erläutern wollen.

Einfluss der Physik.

§. 36.

Die allgemeine Naturlehre oder Physik, sich mit den Eigenschaften der Körper überhaupt beschäftigend, wird in der Physiologie als Hülfs-Wissenschaft vorausgesetzt.

Die Lehre von der Anziehung und Abstossung, der Schwere, der Bewegung greift in die Naturlehre lebender Körper vielfach ein, indem auch diese als Körper den allgemeinen physischen Gesetzen gehorchen, und nur durch das Leben modificirt werden. Die Mechanik findet vorzüglich in der Lehre von den verschiedenen Bewegungen der Thiere ihre Anwendung. Es lässt sich z. B. berechnen, wie viel Kraft ein Muskel nothwendig hat, um bei einer vorzunehmenden Bewegung den vorhandenen Widerstand zu beseitigen. Nächst der ihm eigenen Kraft, dem lebenden Contractions-Vermögen, hängt hier alles, wie in der Lehre vom Hebel, vom Unterstützungs-Punkte ab. Auf diese Weise haben Borelli, Mayow, Barthez u. a., die Bildung der Gelenke und die Anlagerung der Muskeln untersuchend, die mannigfaltigen Bewegungen der Thiere beim Stehen, Gehen, Laufen, Springen, Schwimmen u. s. w. berechnet. Auch die Bewegungen der Flüssigkeiten lassen zum Theil eine Erklärung nach hydraulischen Gesetzen zu; nur ist

Digitized by Google

auch hier die Kraft, welche die Bewegung hervorbringt, eine organische Kraft.

Die mechanischen Erklärungen müssen in der Physiologie mit grosser Umsicht angewendet werden, und man darf nicht vergessen, dass die bei der Bewegung organischer Körper sich wirksam zeigenden Kräfte durch das Leben bedingt sind. Nie kann daher die Mechanik einen genügenden Aufschluss über die Ursache der Thätigkeits-Aeusserungen der lebenden Körper geben. Die Schule der jatro-mathematischen Aerzte legte auf die Mechanik in ihrer Anwendung auf die Physiologie ein zu grosses Gewicht, und sie suchte die Erscheinungen des Lebens aus mechanischen Prinzipien zu erklären. Eben dadurch hat sie dem Studium der Physiologie und Heilkunde vielfach geschadet.

§. 37.

Die Lehren von der Wärme, dem Lichte, dem Schalle, der Electricität, dem Galvanismus und Magnetismus sind dem Physiologen gleichfalls zu wissen nothwendig. Das Leben ist nämlich durch äussere Einwirkungen bedingt, und die Imponderabilien, das Licht, die Wärme und das electrische Fluidum, bringen mancherlei Veränderungen in den lebenden Körpern hervor, die ohne Kenntniss der Eigenschaften derselben nicht gehörig aufgefasst werden können. Die Lehre von den Sinnes-Verrichtungen setzt ferner die physikalische Kunde der Eigenschaften der Aussendinge voraus. Die Theorie des Sehens ist ohne die Kenntniss der Lehre vom Lichte vollkommen unverständlich. Der Physiolog muss die Gesetze kennen, nach denen sich das Licht, von leuchtenden Körpern ausströmend, fortpflanzt, nach welchen es verschiedene Medien durchdringt, gebrochen und von undurchsichtigen Körpern zurückgeworfen wird. In der Lehre vom Hören müssen die physikalischen Gesetze des Schalls bekannt seyn. Endlich ist die Lehre von den Imponderabilien und ihren Eigenschaften noch aus dem Grunde von Wichtigkeit, weil die lebenden Körper selbst solche entwickeln, so die Wärme, und unter gewissen Verhältnissen auch Licht und Electricität.

Digitized by Google

Einfluss der Chemie.

J. C. A. Clarus de zoochemia. Lipsiae 1800. 4.

H. Dewar The influence of chemical laws on the phenomena of physiology. In Edinburgh Medical and surgical Journal. Oct. 1821. p. 478.

§. 38.

Die Kenntniss der Chemie, als der Lehre von den Veränderungen der Körper, die durch Affinität oder Wahlverwandtschaft hervorgebracht werden, wird bei dem Studium der Physiologie vorausgesetzt. Die lebenden Körper, von dem Standpunkte der Chemie aus betrachtet, erscheinen uns als Werkstätten chemischer Processe, denn sie sind in fortdauernden Veränderungen ihres materiellen Substrats begriffen. Sie ziehen aus der Aussenwelt Materien an, und verbinden dieselben mit der Masse ihrer flüssigen und festen Theile. Dagegen aber stossen sie mancherlei Materien, in Dunst- oder tropfbarflüssiger Form, als Auswurfsmaterien, aus. Besonders ist der Wechsel der Materie und das Spiel der Mischungs- und Affinitäts-Verhältnisse bemerkbar bei denjenigen Verrichtungen, welche sich auf die Erhaltung der organischen Körper in einem Zustande beziehen, durch den sie zu ihren Thätigkeits-Aeusserungen befähigt werden. Die Verdauung, das Athmen, die Ernährung und die Absonderungen sind mit fortdauernden Mischungs-Veränderungen verbunden. Was uns über diese bis jetzt bekannt geworden ist, das verdanken wir vorzüglich den chemischen Untersuchungen. Daraus ergibt sich also die Wichtigkeit der Chemie als Hülfs-Wissenschaft für die Physiologie.

Die Naturlehre der organischen Körper verlangt von der Chemie:

1) Die Ausmittelung der Zusammensetzung der verschiedenen flüssigen und festen Theile der organischen Körper;

2) die nähere Kunde über die Zusammensetzung derjenigen Materien, welche die Organismen aus der Aussenwelt aufnehmen, und woraus sie sich in ihrer eigenthümlichen Beschaffenheit erhalten, also die Mischung der Nahrungsmittel, des Wassers und der Luft;

Digitized by Google

3) die Erforschung der Veränderungen, welche die aufgenommenen Nahrungsmaterien bei ihrer allmählichen Verähnlichung und Verbindung mit den flüssigen und festen Theilen der lebenden Körper erfahren; namentlich also bei den Thieren, die bei der Verdauung, Chylusbildung, dem Athmen, der Blutbildung und der Ernährung statt findenden Vorgänge in der Mischung;

4) Endlich verlangt sie die Schilderung der Mischung der verschiedenen Auswurfsstoffe.

§. 39.

Obgleich die Chemie in der neueren Zeit wichtige Aufschlüsse über die das Leben begleitenden chemischen Verhältnisse gegeben hat; so kann sie dennoch, bei ihrem gegenwärtigen Zustande, die an sie gemachten Forderungen nicht ganz lösen. Es gebricht ihr zum Theil noch an Reagentien und Untersuchungs-Weisen zur Ausmittelung der mit dem Leben verbundenen feineren Mischungs-Verhältnisse. Ferner lassen sich bei den Resultaten, welche chemische Analysen geben, nicht immer Producte von Educten unterscheiden, und es bleibt oft ungewiss, ob die aufgefundenen Bestandtheile in der Mischung der festen oder flüssigen Theile als solche vorhanden, oder erst durch die chemischen Operationen hervorgebracht sind. Endlich darf nicht ausser Acht gelassen werden, dass die Chemie erst dann die organischen Substanzen einer Prüfung unterwirft, wenn ihre vitalen Thätigkeits-Aeusserungen erloschen sind, womit selbst wahrscheinlich schon eine Veränderung in ihrer Mischung vorgeht.

Demohngeachtet bleibt die Chemie eine der wichtigsten Hülfs-Wissenschaften für die Physiologie, die zur Erweiterung derselben ungemein viel beigetragen hat und noch beitragen wird. Nur hüte man sich, dieselbe zu ausgedehnt und unbeschränkt anzuwenden, und alle Erscheinungen der lebenden Körper mit den Aerzten der jatrochemischen Schule für blosse chemische Vorgänge zu halten, und das Leben selbst aus chemischen Gesetzen erklären zu wollen. Die mit dem Leben verbundenen Mischungs-Veränderungen stehen alle unter der Herrschaft der Kräfte der organischen Körper. Dies darf niemals von dem Physiologen ausser Acht gelassen werden.

Digitized by Google

Einer der ausgezeichnetsten Chemiker, Berzelius, hat sich über die Chemie der organischen Körper (in seinem Lehrbuch der Chemie B. 3. Abth. 1. S. 147.) also geäussert: Alles, was unsere Forschungen in diesem geheimnissvollen Theile der Chemie ausrichten können, ist, die chemischen Veränderungen zu beobachten, welche von den lebenden Körpern in den Elementen, worin sie sich befinden, d. h. auf die chemischen Reagentien, von welchen sie umgeben sind, hervorgebracht werden, so wie die Erscheinungen, welche den Lebensprocess begleiten, so weit es uns möglich ist, zu verfolgen, dann die organischen Producte von einander zu trennen, ihre Eigenschaften zu studiren und ihre Zusammensetzung zu bestimmen. Aber alles dieses ist sehr schwer. Die erste Schwierigkeit, welche bei Behandlung organischer Materien aufstösst, ist die Unmöglichkeit zu unterscheiden, ob das, was ich untersuchen will, eine Verbindung, oder sogar nur ein blosses Gemenge aus zwei organischen Stoffen ist, oder ob es wirklich von allen andern isolirt ist. Es geschieht so oft, dass zwei mit einander verbundene organische Materien sich einander in ihren Verbindungen mit unorganischen Körpern begleiten, und wenn sie bei keinem von unseren Versuchen getrennt werden, so werden wir dadurch irre geführt und halten das Untersuchte für unvermischt. Auf diese Art sind wir immer sehr unsicher, ob das von uns für einen einzigen Stoff Gehaltene wirklich so ist; und überdem ist es in vielen Fällen absolut unmöglich, einen solchen rein und frei selbst von solchen fremden Materien zu erhalten, deren Gegenwart uns unbekannt ist. Ueberall in der organischen Natur sind die Schwierigkeiten zu trennen grösser, und die Wege dafür weniger zahlreich als in der unorganischen, so dass dieser Theil der Chemie als noch gänzlich in seiner Kindheit sich befindend betrachtet werden kann.

Die hierbei anzuwendenden Vorsichts-Massregeln sind am angeführten Orte nachzulesen.

Einfluss der Naturgeschichte.

§. 40.

Die Naturgeschichte mit ihren drei Zweigen, der Mineralogie, Botanik und Zoologie, sich beschäftigend mit der Eintheilung der Naturkörper nach ihren Eigenschaften, ist für das Studium der Physiologie in so fern von Wichtigkeit, als dadurch die Verschiedenheiten der lebenden Körper von den leblosen oder Mineral-Körpern leichter aufgefasst werden können, und dies zur genaueren Kenntniss der Eigenschaften und Thätigkeits-Aeusserungen der lebenden Körper selbst führt. Die Ausmittelung des Lebens der Thiere setzt die Kunde von den Thieren und Pflanzen voraus. Und ausserdem sind wir nicht im

Digitized by Google

Stande, die Eigenthümlichkeit des Menschen anzugeben, wenn wir nicht mit den mancherlei Formen und Eigenschaften der Thiere bekannt sind. Dann wird ferner das Studium der Zoologie bei der Lehre von der thierischen Organisation als bekannt vorausgesetzt. Endlich ist das Studium der Naturgeschichte noch dadurch für den jungen Arzt von Wichtigkeit, dass es seinen Witz und Scharfsinn übt. Im Grunde werden dieselben Vermögen des Geistes in Anspruch genommen bei der Bestimmung eines Gewächses oder Thieres oder der Auffindung seiner Stelle im Systeme, welche der Arzt am Krankenbett anwendet bei der Diagnose einer Krankheit. Daher kann das Studium der Naturgeschichte als die beste Vorübung für den jungen Arzt empfohlen werden.

Wichtigkeit der Zootomie.

B. S. Albini Oratio de anatome comparata. Leidae 1719. 4.

F. Grisellini Dell' utilita della Zootomia. Venezia 1751.

L. Bojanus Introductio in Anatomen comparatam. Oratio academia. Vilnae 1815. 8.

W. Lawrence An introduction to comparative Anatomy and Physiology. London 1816. 8.

Boffoli De utilitatibus, quas Anatomia comparata Medicinae attulit. Padua 1823. 8.

§. 41.

Von vielfach anerkanntem grossen Einflusse auf die Physiologie des Menschen ist die Zootomie oder vergleichende Anatomie. Ihre Wichtigknit ergibt sich schon daraus, dass die anatomischen und physiologischen Schriften der alten griechischen Naturforscher und Aerzte, ohne Kenntniss des Baus der Thiere unverständlich sind; denn das anatomische Wissen jener ist aus Thier-Zergliederungen geschöpft, weil in den frühesten Zeiten religiöse Vorurtheile sich der Untersuchung menschlicher Körper widersetzten. Manche Theile unseres Körpers führen aus der Anatomie der Thiere entlehnte Benennungen, die nur dem verständlich sind, welcher sich mit dieser Wissenschaft vertraut gemacht hat. Ferner sind in den beiden letzten Jahr-

Digitized by Google

hunderten, obgleich man sich vielfach mit dem Bau des menschlichen Körpers beschäftigt hatte, dennoch die wichtigsten anatomischen und physiologischen Entdeckungen an Thieren gemacht worden. Harvey bewies durch seine Versuche an Thieren den Kreislauf des Blutes, und hellte durch seine vielfachen Untersuchungen die Vorgänge des Zeugungsgeschäfts auf. Aselli entdeckte die Saugadern in Thieren; Rudbeck, Thomas Bartholin und Pecquet thaten in denselben deren Verbindung mit dem Milchbrustgang und dessen Einmündung in die Schlüsselbein-Vene dar. Moritz Hoffmann entdeckte den Ausführungsgang des Pancreas in Vögeln, den späterhin Wirsung im Menschen nachwiess. Stenonis, Wharton u. a. fanden zuerst die Ausführungsgänge der Speicheldrüsen in Säugethieren. De Graaf bewies durch seine Untersuchungen an Thieren, dass die Eierstöcke die Keim bereitenden Organe sind. Volcher Coiter, Vesling, Malpighi u. a. verbreiteten durch ihre Untersuchungen des bebrüteten Vogeleis Licht über die Entstehung und Bildung des Foetus. Kurz fast alle wichtigen Entdeckungen in der Anatomie und Physiologie verdanken wir der Zootomie. Besonders ist es das an solchen Entdeckungen reiche siebenzehnte Jahrhundert, welches in der Geschichte der Anatomie und Physiologie Epoche machte. Aber auch in späterer Zeit trug die Thieranatomie vieles zur richtigen Erkenntniss des feineren Baus und der Verrichtungen mancher Theile bei. Besonders wurde man durch die Untersuchung der colossalen Thiere, der Wallfische, des Elephanten u. a. in den Stand gesetzt, die Beschaffenheit mancher Gebilde des Menschen, die sich ihrer Kleinheit und Zartheit wegen den forschenden Blicken der Anatomen entzogen hatten, genauer kennen zu lernen, wodurch die Verrichtungen jener aufgehellt wurden.

Untersuchen wir etwas näher die Vortheile, welche die Zootomie in der neuesten Zeit der Physiologie gewährt hat, so ergibt sich, dass durch sie allein derjenige Theil der Naturlehre der thierischen Organismen aufgeklärt worden ist, welcher von den Bildungs-Gesetzen und der Theorie der thierischen Organisation handelt. Eben dadurch wurde die Anatomie zu einer Wissenschaft erhoben. Auf diesen Namen konnte sie so lange keinen Anspruch machen, als sie sich

Digitized by Google

mit blossen Beschreibungen der Theile des menschlichen Körpers oder anderer Thierkörper beschäftigte.

§. 42.

Die Zootomie, philosophisch bearbeitet, verbreitet Licht über die grosse Mannigfaltigkeit der thierischen Organisation und die sie bedingenden Gesetze; indem sie die äussere und innere Gestalt der Thiere, den Bau der verschiedenen Apparate und Organe, und die Anordnung der Gewebe in ihrer stufenweisen Bildung und Combination durch alle Classen, Ordnungen, Gattungen und Arten verfolgt. Dies kann auf zweifache Weise geschehen. Entweder betrachtet sie die Organisation der verschiedenen Thier-Classen einzeln für sich, macht die in allen Thieren einer Abtheilung vorkommenden Apparate und Organe, und deren Bau und Anordnung namhaft, und zeigt die Modificationen, die diese in den verschiedenen Ordnungen, Gattungen und Arten darbieten. Oder aber sie untersucht die einzelnen Apparate für gewisse Verrichtungen, die Verdauungswerkzeuge, die Organe des Athmens, des Blutumlaufs, die Sekretions-Werkzeuge, das Nervensystem, die Sinnesorgane, die Werkzeuge der Bewegung, die Organe der Zeugung, verfolgt dieselbe durch alle Classen, Ordnungen, Gattungen und Arten, und hebt deren Eigenthümlichkeiten heraus.

Der Zootom mag nun die eine oder die andere Methode befolgen, so kann hier wieder ein doppelter Weg der Untersuchung und Darstellung betreten werden. Entweder steigt er nämlich vom Menschen an die Stufenleiter der Organisation abwärts, und beginnt die Betrachtung der Gesammt-Organisation oder der einzelnen Apparate bei den Thieren, die in ihrem Bau dem Menschen am nächsten verwandt sind, den Säugethieren, und geht dann zu den Vögeln, Amphibien, Fischen über, lässt hierauf die Krebse, Spinnen, Insekten, Weichthiere, Ringwürmer, Strahlthiere, Eingeweidewürmer und Medusen folgen, und endigt mit den Polypen und Infusorien. Bei dieser Untersuchungs-Weise löst der Zootom den zusammengesetzten Bau allmählich in den einfachen auf; und er steigt von der bekannten und verwickelsten Organisation des Menschen stufenweise zu der einfacheren und einfachsten der Thiere

Digitized by Google

herab. Oder aber der Zootom betritt den entgegengesetzten Weg. Er beginnt die Untersuchung und Betrachtung der einzelnen Gebilde und Apparate, oder der gesammten Organisation der verschiedenen Thier-Classen, in den einfachsten oder niederen Thieren, und steigt von diesen, von Stufe zu Stufe, von Classe zu Classe, durch die verwickelte Organisation bis zum Menschen aufwärts. Diese Weise der Darstellung gewährt den Vortheil, dass man die einzelnen Organe und Apparate in ihrer einfachsten Form erkennt, ihr allmähliches Erscheinen und Hervortreten beobachtet, und dass endlich ihre stufenweise Zusammensetzung bis zum Menschen vor das geistige Auge des Forschers und Beobachters tritt. Hierbei wird also das Einfache bis zu dem Combinirten verfolgt! Jede dieser beiden Arten der Untersuchung und Betrachtung der thierischen Organisation gewährt ihre grossen Vortheile, und es wird dem Beobachter klar, dass die Natur bei der grossen Mannigfaltigkeit ihrer Productionen nach Gesetzen und Regeln verfährt. Für alle Apparate und Organe gibt es gewisse Grundformen der Gestaltung, die verschieden modificirt und combinirt die Reichhaltigkeit der Thierformen begründen. Eben die Erforschung der äusseren und inneren Gestaltung der Thiere auf den verschiedenen Bildungsstufen, die Erkenntniss der in denselben herrschenden Analogien und die Ausmittelung der Gesetze, wovon sie abhängen, machen den Gegenstand der Anatomie als Wissenschaft aus.

§. 43.

Die Zootomie beschäftigt sich nicht nur mit dem Bau der Thiere in ihrem ausgebildeten Zustande, sondern sie untersucht auch die Entstehungs- und Entwickelungs-Weise der verschiedenen Thiere im Eie und auf den verschiedenen Stufen ihrer Umwandlung. Aus diesen Forschungen ging das wichtige Resultat hervor, dass die verschiedenen Gebilde der Thiere der höheren Classen bei ihrem Entstehen unter einer sehr einfachen Form erscheinen, so wie man sie bei den Thieren der niederen Classen das ganze Leben hindurch erblickt. Beim Fortschreiten der Bildung und Entwickelung überschreiten sie allmählich verschiedene niedere Stufen der Organisation und nehmen die der Classe, Ordnung

Digitized by Google

und Gattung eigenthümliche an, wozu sie gehören. Die Natur scheint daher beim Bilden und Evolviren der Einzelwesen ähnliche Gesetze auszuüben, wie man sie beim Bilden der verschiedenen Gruppen von Thieren beobachtet.

Die wichtigsten Aufschlüsse über die Bildung und Entwickelung der Organe des Menschen, und über die Gesetze, wonach sie erfolgen, hat die vergleichende Anatomie dadurch gegeben, dass sie in Verbindung mit der Anatomie des Foetus bearbeitet wurde. Eben hierdurch ist eine neue Bahn für die Lehre von der thierischen Bildung eröffnet worden.

§. 44.

Sehr wichtig und einflussreich wird das Studium der thierischen Organisation noch dadurch für die Physiologie, dass uns dasselbe den reichsten Aufschluss über die Bestimmung der Organe gewährt, und uns Blicke thun lässt in die Verhältnisse, die zwischen dem Bau der verschiedenen Organe und ihrer Thätigkeits-Aeusserungen obwalten. Wir nehmen wahr, wie die Organisation nach den Medien verschieden ist, in denen sich die Thiere aufhalten, und wir lernen die zwischen den äusseren Einflüssen und dem Bau der Organe obwaltenden Beziehungen kennen. Einige Beispiele mögen dies erläutern. So sehen wir, dass der Bau der Verdauungs-Werkzeuge im genauesten Verhältniss mit der Beschaffenheit der Nahrungsmittel steht. Die Bildung der Zähne und Kiefer die Grösse und Zahl der Speicheldrüsen, die Form und der Bau des Magens, die Länge und Beschaffenheit des Darmkanals zeigen Verschiedenheiten nach den Eigenschaften der Nahrungsmittel der Thiere. Je mehr diese dem thierischen Körper in ihrer Mischung verwandt, und je leichter sie in den Verdauungssäften löslich sind, um so weniger zusammengesetzt ist der Bau der Verdauungsorgane; während dagegen dieser Apparat sich in gleichem Grade mehr zusammengesetzt zeigt, je fremdartiger die Nahrungsmittel dem thierischen Körper sind, je grösser ihre Cohärenz ist und je schwerer löslich sie in den Verdauungssäften sind.

Der Bau und die Anordnung der Werkzeuge des Ath-

Digitized by Google

mens ist nach den Medien eingerichtet, welche die Thiere bewohnen. Anders sind dieselben bei den Luft- als bei den Wasser-athmenden Thieren gebildet. Mit der Bildung der Respirations-Werkzeuge steht der Bau des Herzens und die Vertheilung der Blutgefässe in genauem Zusammenhang. Die Anordnung des Blutgefäss-Systems hat wieder einen mächtigen Einfluss auf die Thätigkeits-Aeusserungen der Muskeln und Nerven, so wie auf die Ernährungs-Verrichtungen.

Wir sehen ferner, welche genaue Beziehung zwischen der Bildung der Sinnes- und Bewegungs-Organe und dem Aufenthalte der Thiere obwaltet. Die Untersuchung des Nerven-Systems, sein Verhältniss zur gesammten Organisation, zu den Sinnes- und Bewegungs-Organen, zu den Medien, welche die Thiere bewohnen, und die Vergleichung seines Baus mit den psychischen Erscheinungen, die wir an den Thieren wahrnehmen, gewähren Aufschlüsse über seine Verrichtungen, zu deren Kenntniss kein anderer Weg als der der Betrachtung seiner Organisation führt. Da die thierische Organisation die Wirkung von Kräften ist, die den Thieren zukommen, so ist es einleuchtend, dass der, welcher sich mit der Erforschung des Lebens und seiner Gesetze beschäftigt, auch eben durch die Kenntniss ihres Baus Blicke in die Werkstätte des Lebens thut und aus den Wirkungen auf die Kräfte des Lebens schliessen kann. Kurz die vergleichende Anatomie bietet ein grosses Feld von fruchtbaren Untersuchungen und Forschungen für den denkenden Physiologen dar.

§. 45.

Durch die Vergleichung der verschiedenen Organe und Apparate des menschlichen Körpers mit denen der Thiere erhält man also erst die Kenntniss von der Wichtigkeit und Nothwendigkeit derselben in dieser oder jener Anordnung für die Ausübung ihrer Verrichtungen und deren Antheil an den Erscheinungen des Lebens. Daher sagt Buffon sehr wahr: „*S'il n'existaient point d'animaux, la nature de l'homme seroit encore plus incompréhensible.*“ So ist also die vergleichende Anatomie die Seele der Anatomie und Physiologie, wie sie Leibnitz genannt hat. Mit allem Fuge

Digitized by Google

und Recht hat ferner Haller den Ausspruch gethan: *Anatome brutorum plus boni fecit in physiologia, quam anatome corporis humani. Situm, figuram, magnitudinem partium ex homine disci praestat; utilitates et motus partium animalibus fere debemus.* Und endlich vergesse der Anfänger nicht, was eben dieser ausgezeichnete und erfahrene Physiolog über die Wichtigkeit der Zootomie sagt: *Verum ab humana anatomia physiologia minimo plena repetitur. Quotidie experior, de plerarumque partium corporis animalis functionibus non posse sincerum judicium fieri, nisi ejusdem partis fabrica et in homine, et in variis quadrupedibus, et in avibus etin piscibus, saepe etiam insectis innotuerit.*

Auch mögen solche Anatomen diesen Ausspruch beherzigen, die im Wahne stehen, man studire nur den Bau des menschlichen Körpers, um Arme und Beine behende abschneiden zu lernen.

Wichtigkeit des Studiums der Physiologie für den Arzt.

James Macartney A Lecture on the Uses of Anatomy and Physiology in various Branches of Knowledge. Dublin 1826.

§. 46.

Aufgabe und Zweck der Heilkunde ist Erhaltung der Gesundheit und Beseitigung der Krankheit. Das Auffassen der Eigenthümlichkeit, des Wesens und der Ursachen dieser beiden verschiedenen Zustände des Lebens setzt die Kenntniss vom Leben, seinen Erscheinungen und Ursachen überhaupt, voraus. Es kann folglich der Begriff von Gesundheit und Krankheit nicht eher aufgestellt werden, als bis der des Lebens begründet ist. Der Arzt vermag ferner nicht eher Regeln zur Erhaltung der Gesundheit des Menschen zu geben, als bis er die Lebens-Aeusserungen und Verrichtungen des menschlichen Körpers, seiner verschiedenen Theile und deren wechselseitige Verhältnisse kennt, und die Ursachen weiss, wovon diese abhängen. Eben so wenig befindet sich der Arzt im Stande, sichere Vorschriften zur Beseitigung von Krankheiten zu ertheilen, als bis ihm bekannt ist, worin die Krankheiten oder Abweichungen der Lebens-Aeusserungen und Verrichtungen von dem normalen Zustande bestehen, und in welchen Ursachen sie be-

Digitized by Google

gründet sind. Demnach ist die Physiologie nicht als ein Theil oder Zweig der Heilkunde anzusehen, wofür man sie ehemals hielt; sondern diese besteht vielmehr in einer Anwendung der Physiologie, und jene verhält sich zu dieser wie die reine Mathematik zur angewandten. So wie die angewandte Mathematik die Lehrsätze der reinen oder allgemeinen als bekannt voraussetzt und benutzt, so muss die Heilkunde dereinst, wenn sie auf den Namen einer Wissenschaft Anspruch machen will, ihre Grundsätze aus der Physiologie entlehnen, und beim Erkennen und Erklären der Erscheinungen und Ursachen der Krankheiten, und der Wirkungsart derjenigen Einflüsse, deren sich der Arzt als Heilmittel zur Beseitigung von Krankheiten bedient, in Anwendung bringen. Wir wollen nicht unterlassen, der hier ausgesprochenen Behauptung einige Erläuterungen beizufügen.

§. 47.

Krankheiten sind Störungen der Verrichtungen des Menschen. Diese vermag der Arzt nicht eher aufzufassen oder zu erkennen, als bis er sich gründliche Kenntnisse über die Lebens-Aeusserungen im gesunden Zustande erworben hat; denn diese müssen den Mass-Stab bei der Beurtheilung der Krankheits-Erscheinungen abgeben. Der Arzt kann, um ein Beispiel anzuführen, nicht bestimmen, ob die Bewegungen des Herzens und der Puls vom gesunden Zustande abweichen oder krankhaft erfolgen, wenn ihm nicht bekannt ist, wie sich dieselben im gesunden Zustande verhalten, und welche Verschiedenheiten sie nach dem Alter, dem Geschlecht, der Constitution, den Jahres- und Tages-Zeiten, so wie nach Verschiedenheit der äusseren Temperatur, nach der Beschaffenheit der aufgenommenen Speisen und Getränke, nach Ruhe und körperlichen Bewegungen, nach Leidenschaften und Gemüths-Bewegungen u. s. w. darbieten. Auf gleiche Weise verhält es sich mit allen übrigen Lebens-Aeusserungen des Menschen. Keine kann als krankhaft erkannt werden, wenn sie der Arzt nicht von dem Standpunkte der Physiologie aus zu beurtheilen im Stande ist. Sehr wahr sagt schon Galen; *Cujusque morbi tanta est magnitudo, quantum a naturali statu recedit; quantum vero recedat, is solus novit, qui naturalem habitum ad amussin tenuerit.*

Digitized by Google

§. 48.

Die Ursachen der Krankheiten vermag der Arzt ebenfalls nicht aufzufassen und zu erforschen, wenn er nicht die Bedingungen und Verhältnisse kennt, von denen die Lebens-Aeusserungen abhängen und wodurch sie im gesunden Zustand erhalten werden. Krankheiten werden durch äussere oder innere Ursachen veranlasst. Zu ersteren gehören die Aussendinge oder äussere Einflüsse, deren Mangel, Uebermass, oder sonstigen Zustände die Verrichtungen des Menschen stören. Letztere dagegen, die inneren Ursachen, sind in einem Missbrauche begründet, den der Mensch selbst von seinen Organen macht. Will der Arzt ausmitteln, ob eine Krankheit durch äussere Einwirkungen veranlasst wurde; so muss er die Abhängigkeit des Lebens von den äusseren Einflüssen und deren Wirkungsart kennen. Er muss wissen, welchen Einfluss die Luft, ihre Mischung, ihre Temperatur-Verhältnisse, ihre Dichtigkeit, Trockenheit und Feuchtigkeit, ihre electrische Spannung, ihre Ruhe und Bewegung; welche Wirkung das Licht, das Wasser, die Speisen und Getränke, die Gifte und andere Dinge auf den lebenden Körper haben. Diese Kennnisse erlangt der Arzt aus der Physiologie, die nicht nur die Abhängigkeit des Lebens von äusseren Einflüssen darthut, ihre Nothwendigkeit und Wirkungsart schildert; sondern auch zeigt, wie nach den Verschiedenheiten derselben die Thätigkeits-Aeusserungen der mancherlei Apparate des menschlichen Körpers erhöht, herabgestimmt oder anderweitig verändert werden. Hierdurch also wird der Arzt in den Stand gesetzt, den Antheil der äusseren Einflüsse, als Krankheits-Ursachen, in vorkommenden Fällen zu würdigen.

Auf gleiche Weise verhält es sich mit der Erforschung der inneren Ursachen und Veranlassungen zu Krankheiten, die aus einem Missbrauche der Organe entspringen. Der Arzt muss aus der Physiologie entnehmen, in wie fern Organe in ihren Verrichtungen von Willens-Aeusserungen abhängen, nach welchen Gesetzen sie erfolgen und wodurch sie bedingt sind. Die Physiologie lehrt den Arzt, welchen Einfluss die Beschäftigungsweise des Menschen, der Stand, die Gewerbe, die Lebensart auf die Verrichtungen ausüben,

Digitized by Google

welche Apparate und Organe dabei vorzugsweise in Anspruch genommen und in ihrer Thätigkeit erhöht oder herabgestimmt werden. Hier erfährt er also die Wirkungen der mancherlei willkührlich erhöhten oder verminderten Kraft-Aeusserungen in der thierischen Oekonomie, und lernt die Veränderungen und Störungen kennen, die dadurch veranlasst werden. Da die Beschäftigungsweise, die Lebensart und der Stand des Menschen die nächste Veranlassung zu der Erregung von mancherlei Leidenschaften, Gemüths-Bewegungen und Begierden geben, diese aber, wie die Physiologie darthut, auf die Verrichtungen fast aller Organe mehr oder weniger zurückwirken, und die Ursachen von mancherlei Störungen werden, so wird der Arzt auch hierdurch in den Stand gesetzt, Blicke in die inneren Ursachen der Krankheiten zu thun, die ihm ohne jene Kenntnisse verborgen bleiben.

§. 49.

Alle Gebilde, Organe und Apparate des lebenden menschlichen Körpers stehen hinsichtlich ihrer Thätigkeits-Aeusserungen, wie die Physiologie nachweist, in einer Wechsel-Wirkung und sind durch einander bedingt. Jede Erhöhung, Verminderung oder sonstige Störung der Verrichtung eines Organs wirkt mehr oder weniger auf die übrigen zurück. Durch die Kenntniss der Wechselwirkung der Organe im gesunden Zustand wird der Arzt in den Stand gesetzt, auch den wechselseitigen Einfluss derselben in Krankheiten zu würdigen, die Verkettung der Ursachen und Wirkungen zu erforschen und einzusehen, welche krankhafte Erscheinungen als primäre und wesentliche, und welche als secondäre und unwesentliche zu betrachten sind. Eben hierdurch erlangt der Arzt die genaue Einsicht in die Natur einer Krankheit, welche dem Entwurfe eines rationellen Curplanes vorausgehen und diesen leiten muss. Hieraus folgt, dass die Lehre von den Krankheiten, deren Erscheinungen und Ursachen, so wie die Würdigung und Beurtheilung derselben, sich auf die Physiologie stützen muss. Hat diese die Verrichtungen von Organen noch nicht erforscht und ihre Bedingungen und Gesetze nicht ausgemittelt, so ist der Arzt genöthigt bei dem Auffassen der Krankheits-

Digitized by Google

Erscheinungen und der Verhältnisse, unter denen sie eintreten, stehen zu bleiben, ohne dieselben weiter deuten und erklären zu können.

Obgleich die Pathologie durch die Physiologie begründet wird, und jene ihre Principien aus dieser entnehmen muss; so gewährt die Beobachtung der Krankheiten der Physiologie auch grosse Vortheile. Besonders wird hierdurch die Wechselwirkung der Organe, ihre Mitleidenschaft und wechselseitige Abhängigkeit in den Verrichtungen erkannt, und der Physiolog wird in den Stand gesetzt, aus dem Verhalten der gestörten Verrichtungen im krankhaften Zustand Schlüsse auf ihren Antheil an der Erhaltung des Lebens im gesunden Zustand zu ziehen, wie dies C. G. Ludwig *(De physiologia per phaenomena pathologico-therapeutica illustrata. Lipsiae* 1755. 4.*)* dargethan hat. Dem Physiologen darf also die Lehre von den Krankheiten nicht unbekannt seyn.

§. 50.

Die Lehre von der Heilung der Krankheiten, die Therapie, stüzt sich theils auf die Pathologie, theils auf die Heilmittellehre. Einleuchtend ist es, dass der Arzt keine Krankheit heilen kann, die er nicht zu erkennen im Stande ist, und deren ursächliches Verhältniss ihm nicht aus der Krankheitslehre bekannt ist. So wie die Erkenntniss und Beurtheilung der Erscheinungen, des Wesens und der Ursachen der Krankheiten gründliche physiologische Kenntnisse voraussetzt, so ist dies auch mit der Anwendung der Heilmittel der Fall. Diese sind, gleich den Ursachen der Krankheiten, innere oder äussere. Erstere bestehen in Vorschriften, wodurch der Kranke Störungen in den Lebens-Aeusserungen beseitigen soll, die er sich durch den Missbrauch seiner Organe zugezogen hat. Sie betreffen die Diät des Körpers und des Geistes, die Beschäftigungsweise, die Lebensart, die Thätigkeits-Aeusserungen der Sinnes- und Bewegungs-Organe, die Befriedigung der Triebe, kurz die Regulirung aller Verrichtungen, auf die der Mensch durch seinen Willen einen Einfluss ausübt. Ferner bestehen die inneren Heilmittel in der Erregung psychischer Thätigkeits-Aeusserungen, der Hoffnung, des Vertrauens, der Zuneigung und Folgsamkeit, die der Arzt dem Kranken durch sein Ansehen und Benehmen, seinen Charakter, seine Würde und Theilnahme, so wie durch seine Kenntnisse einzuflössen versteht. Es ist klar und bedarf keines Be-

Digitized by Google

weises, dass ein Arzt, der nicht Physiolog und Psycholog ist, von der Anwendung der inneren Heilmittel keinen Gebrauch zu machen versteht; daher denn auch die meisten Aerzte sich auf die blosse Benutzung der Arzneistoffe beschränken, die ihnen die Apotheke darbietet. Was die äusseren Heilmittel betrifft, so sind sie Materien, die der Arzt auf den erkrankten Körper, mittelst der Verdauungs-Werkzeuge, der Athmungs-Organe, der Haut oder selbst der Sinnes-Organe einwirken lässt, um die Störungen in den Verrichtungen des gesammten menschlichen Körpers oder einzelner Theile zu beseitigen. Entweder sind es Einflüsse, die auch im gesunden Zustande auf den Menschen einwirken, wie das Licht, der Schall, die Wärme und Kälte, die Luft, die Speisen und Getränke, welche der Arzt nach den Störungen der Verrichtungen auf eine solche Weise anwendet und regelt, dass dadurch die erhöhten oder verminderten, oder anderweitig veränderten Verrichtungen wieder auf den gesunden Zustand zurückgeführt werden. Die Wirkungen dieser müssen ihm aus der Physiologie bekannt sein. Oder der Arzt bringt Mittel in Anwendung, die meist auf zufällige Weise sich gegen gewisse Krankheiten bewährt haben und in ihren Wirkungen durch längere Beobachtung oder selbst durch Versuche an lebenden Thieren geprüft worden sind. Die Beobachtung der Wirkungen oder des Erfolgs der auf die Verdauungs-Werkzeuge, die Athmungs-Organe oder auf die Haut angewendeten Arzneistoffe setzt auf Seiten des Arztes gründliche physiologische Kenntnisse voraus. Er muss nicht nur mittelst dieser beurtheilen, welche Wirkungen sie in den Organen hervorbringen, auf die sie unmittelbar angewendet werden, und welche Veränderungen sie daselbst erleiden, sondern er muss auch aus denselben entnehmen, ob und auf welche Weise sie in die Blutmasse gelangen können, welche Veränderungen sie in dieser hervorbringen, und welches ihre Wirkungen auf das Herz, das Nervensystem und die Sekretionsorgane sind. Bei den auf die Sinnesorgane angewendeten Heilmitteln ist nicht nur die unmittelbare Wirkung derselben auf diese, sondern auch die Wirkung auf die Seele in Anschlag zu bringen, in wie fern dadurch gewisse Empfindungen und Vorstellungen erregt, und die

Digitized by Google

Stimmung und Thätigkeits-Aeusserungen des Geistes verändert werden.

Hieraus erhellet die Wichtigkeit der Physiologie für die Erkenntniss der Wirkungen der Heilmittel. Es gibt zwar eine grosse Anzahl von Arzneistoffen, deren heilsame Wirkung in verschiedenen Krankheiten durch die Erfahrung erwiesen ist, wie z. B. des Quecksilbers gegen die Lustseuche, der China gegen die Wechsel-Fieber u. s. w., deren Wirkungsart aber noch nicht erklärt worden ist. Solche Mittel wendet der Arzt vorläufig nach den Vorschriften erfahrener Aerzte an. Die dereinstige Erklärung ihrer Wirkungsart und die Deutung solcher empirischer Regeln kann jedoch nur durch die weiterschreitende Physiologie gewonnen werden.

§. 51.

Es lässt sich leicht darthun, dass die Physiologie auch der Wundarzneikunde die grössten Vortheile gewährt und sie als Wissenschaft begründet. Durch die Erforschung des Baus und der Lebens-Aeusserungen des menschlichen Körpers ist die Chirurgie ungemein gefördert worden, wie die Geschichte derselben lehrt. Die genaue Kenntniss des Baues hat zu besseren Operations-Methoden und zur Erfindung zweckmässiger Instrumente und Verbandstücke geführt. Die sehr zahlreich an Säugethieren über die Lebens-Aeusserungen der verschiedenen Gebilde und Organe angestellten Versuche, die Erforschung ihres Verhaltens bei Verwundungen, die Beobachtungen über die Absonderung des Eiters, die Bildung der Fleischwärzchen, die Wiedervereinigung der Knochen, Muskeln, Nerven und anderer Theile, die Versuche über das Verhalten verwundeter und unterbundener Arterien, die nachgewiesene Erweiterung der Collateralgefässe u. s. w. haben die grossen Fortschritte bewirkt, welche die Chirurgie in der neuesten Zeit gemacht hat.

Bevor der Wundarzt in einem vorkommenden richtig erkannten Falle zur Operation schreitet, muss er wissen:

1) Welche Verschiedenheiten die Lebens-Aeusserungen des Körpers und seiner Theile nach dem Alter, dem Geschlechte, der Constitution, den Jahreszeiten, den climati-

Digitized by Google

schen Verhältnissen und der Witterung darbieten; denn hiernach richtet sich die Beurtheilung des Erfolges der vorzunehmenden Operation.

2) Muss ihm der Bau und die Beschaffenheit des Organes oder Theiles aufs genaueste bekannt seyn, an dem er operiren will. Er muss seine Lagerung, sein Verhältniss zu den benachbarten Theilen, und die in seiner Nähe liegenden Blutgefässe und Nerven kennen, damit er deren Verletzung vermeide. Ist aber die Verletzung grösserer Gefässe unvermeidlich, so muss der Wundarzt wissen, wo er durch Druck oder Unterbindung der Gefässe die Blutung mit Sicherheit stille.

3) Der Chirurg muss die Lebens-Aeusserungen der zu verletzenden Theile kennen, und muss wissen, welche Störungen dadurch in der thierischen Oekonomie, theils in Folge der Nervenreizung, theils durch die eintretende Entzündung hervorgebracht werden, und wie sie zu beseitigen oder zu beschränken sind.

Hat der Wundarzt die Operation vorgenommen, so muss er wissen, durch welche Einflüsse und Heilmittel er die Lebensthätigkeit der verletzten Gebilde und des gesammten Körpers so zu regeln habe, dass die Heilung erfolge. Die Vorschriften der Chirurgie stützen sich also vorzüglich auf anatomische und physiologische Kenntnisse, und nur derjenige Wundarzt ist ein rationeller und wissenschaftlich gebildeter zu nennen, der aus den Lehrsätzen der Naturlehre des Menschen zu beurtheilen weiss, ob und wann eine Operation vorzunehmen, wie die Operation selbst gut auszuführen, und welches Verfahren nach gemachter Operation zu beobachten sey. Viele Wundärzte besitzen wohl die nothwendige manuelle Fertigkeit zur Verrichtung einer Operation, aber sie sind keine Physiologen und Aerzte; eben deswegen sind sie bei der grössten manuellen Geschicklichkeit dennoch unglücklich in der Ausübung ihrer Kunst, weil sie weder den günstigen Zeitpunkt zur Operation zu wählen, noch die Operirten zu behandeln wissen.

§. 52.

Aus dem Gesagten ergibt sich die Wichtigkeit der Physiologie für die Heilkunde und ihre Zweige. Soll diese

Digitized by Google

über ein Aggregat von grösstentheils unzusammenhängenden und nicht in ihren Ursachen erkannten Erfahrungssätzen zu einer Wissenschaft erhoben werden; so kann dies erst dann geschehen, wenn die Physiologie, als die Lehre vom Leben, seinen Ursachen und Gesetzen, auf dem Wege der Beobachtung und des Nachdenkens gehörig begründet ist, um auf die Lehre von den Krankheiten und deren Heilung angewendet zu werden. Eitel und vergeblich sind die Bestrebungen zu nennen, dahin auf einem anderen Wege, zu gelangen; wie die seit länger als zweitausend Jahren in der Heilkunde aufgestellten Theorien sattsam erweisen. Den besseren Aerzten ist daher schon längst die Ueberzeugung geworden, die Medicin könne nur durch die Bearbeitung der Naturkunde in ihrem ganzen Umfange und der Naturlehre der lebenden Körper insbesondere, und deren Anwendung auf die Heilkunde eine wissenschaftliche Gestaltung gewinnen. [1] Physik, Chemie, Naturgeschichte, Anatomie und Physiologie sind die unumgänglich nothwendigen propädeutischen Wissenschaften der Heilkunde, und Niemand vermag als rationell handelnder Arzt aufzutreten, nämlich als ein solcher, der sich von seinem Verfahren am Krankenbette genügende Rechenschaft geben will, der das gründliche Studium jener Wissenschaften vernachlässigt hat. Wenn gleich bei dem gegenwärtigen Zustande der Naturwissenschaften und der Physiologie insbesondere, und bei deren Anwendung auf die Heilkunde noch grosse Lücken bemerkbar sind; so muss es dennoch das redliche Bestreben jedes wissenschaftlichen Arztes seyn, jene Lücken durch neue Beobachtungen und Forschungen, und durch besonnenes und unbefangenes Nachdenken auszufüllen. Nur da verfahre der Arzt rein empirisch, nach den von ausgezeichneten Praktikern aufgestellten Vorschriften, wo jene Lücken noch nicht ausgefüllt sind.

1 Zimmermann nannte die Physiologie die Grundfeste der Arznei-Wissenschaft. Auch Reil definirte die Heilkunde passend: Naturkunde der Organismen in ihrem Wechsel-Verhältniss zur Aussenwelt, angewendet auf den Zweck der Förderung, Erhaltung und Wiederherstellung ihrer Gesundheit.

Digitized by Google

§. 53.

Dem Schlusse dieser Bemerkungen über die Wichtigkeit des Studiums der Physiologie für den Arzt füge ich endlich noch einige Worte über Theorie und Praxis in der Heilkunde bei. In keinem Zweige des menschlichen Wissens ist der Streit über Theorie und Praxis, deren Werth oder Unwerth, so oft und so heftig geführt worden, als gerade in diesem. Die Aufgabe der Theorie der Heilkunde ist, die Erscheinungen der Krankheiten aufzufassen, sie zu scheiden und zu ordnen, ihr Entstehen, ihren Verlauf und ihren Ausgang zu schildern, und die Ursachen anzugeben, von denen sie abhängen; ferner die Mittel aufzuführen, wodurch die Krankheiten beseitigt werden können, deren Wirkungsart zu erforschen und die Vorschriften und Regeln für deren Anwendung aufzustellen.

Einen wissenschaftlich gebildeten Arzt nennen wir einen solchen, welcher die Ergebnisse der Forschungen ausgezeichneter Aerzte über die Erscheinungen, den Verlauf, die Kennzeichen und Ursachen der Krankheiten, so wie deren Vorschriften zur Heilung der Krankheiten kennt und sich angeeignet hat. Der aber ist zugleich ein guter practischer Arzt, welcher jene Lehren in Anwendung zu bringen versteht, das heisst, welcher für einen vorkommenden Krankheitsfall die Regel und die Vorschriften zu finden, und den besondern Fall unter die Regel zu bringen weiss. Dies eben ist das practische Talent, das bei guten Kenntnissen und Geistesanlagen, unter der Leitung eines wissenschaftlich gebildeten und erfahrenen Arztes am Krankenbette ausgebildet werden muss. Und sehr treffend sagt Cicero: *Nec medici, nec imperatores, nec oratores quamvis artis praecepta perceperint, quidquam magnae laudis dignum sine usu et exercitatione consequi possunt.* Die Hauptbedingung zur Ausübung der Heilkunst, nach Erwerbung tüchtiger theoretischer Kenntnisse, besteht also, wie bei allen anderen practischen Beschäftigungen des Lebens, in der Fähigkeit, bei einem vorkommenden Fall klar und richtig seine Erscheinungen auszumitteln, das Verhältniss der Ursachen und Wirkungen aufzufassen, sie vom Standpunkte der Theorie aus zu beurtheilen und ihre Vorschriften in Anwendung zu bringen.

Digitized by Google

Viele Aerzte gibt es, die vortreffliche Theoretiker, aber dennoch keine Practiker sind, die bei allen ihren Kenntnissen in der Heilkunde sich ausser Stand befinden, einen besondern Fall zu erkennen und unter die Regel zu bringen. Dies sind solche Aerzte, die ihre Studien aus Büchern gemacht, aber sich keine Fertigkeit erworben haben, die erlangten Kenntnisse am Krankenbette in Anwendung zu bringen. Andere Aerzte, und deren Anzahl ist sehr gross, nennen sich nüchtern Practiker, und handeln nach der Analogie ihnen schon vorgekommener Fälle oder Erfahrungen, die sie, ohne sich von ihrem Verfahren weiter Rechenschaft zu geben, auf gut Glück anwenden. Dies sind die rohen Empiriker, die Routiniers, die Verächter aller Theorie. Sie sind es besonders, die neue Mittel *suchen*, und die von anderen Aerzten ihres Schlags angewendeten Mittel probieren. Das Handeln nach der blossen Analogie schon beobachteter Fälle, so leicht es auch für den ersten Blick scheint, ist dennoch sehr schwierig, weil ein jeder neue Fall ein besonders modificirter ist. Der Arzt kann nur den besondern Krankheits-Fall würdigen, wenn er die Verhältnisse des Lebens des Individuums nach Alter, Geschlecht, Constitution, Lebensweise, Gewerben u. s. w. erforscht hat, und wenn er hieraus die Besonderheit des Krankheits-Falls beurtheilt, und nach diesen Verhältnissen die Vorschriften einrichtet, welche die Heilkunde im Allgemeinen aufstellt. Dies aber ist Anwendung der Theorie. Handeln ohne zu theoretesiren, heisst eben so viel, als handeln ohne zu denken.

Die Ursachen der Verachtung der Theorie, die sich bei vielen practischen Aerzten zeigt, sind verschieden. Bei manchen liegen sie darin, dass sie als schlechte Denker nicht im Stande sind, für den besondern Fall die Regel und Vorschrift der Theorie zu finden und daher Missgriffe thun. Sie suchen dann die Ursache des Misslingens in der Theorie, während sie doch nur in ihnen selbst liegt, in den Fehlern ihres Urtheilens und Schliessens. Eine andere Quelle der Verachtung der Theorie entspringt daraus, dass so manche sich Theoretiker nennende Schwärmer und Phantasten ihre Hirngespinnste und Träumereien, welche sie höhere Anschauungen nennen, für Theorie ausgeben und anpreisen, und darnach die Heil-

Digitized by Google

kunde zu modeln suchen, die aber der practische Arzt, wie begreiflich, in der Anwendung ganz unhaltbar findet. Sobald die Aerzte für solche aus Dünkel entspringende theoretische Anmassungen keine Leichtgläubigkeit mehr zeigen, sich gegen dieselben mit Skepticismus waffnen, sie vom Standpunkte der gesunden Vernunft beurtheilen und für Ausgeburten einer ungezügelten Phantasie halten, und mit Verachtung zurückweisen; so werden die nutzlosen Bestrebungen solcher Schwärmer immer seltener werden, und sie werden die Theorie nicht mehr in Verachtung bringen. Möge Baco's Hoffnung in Erfüllung gehen, die er in folgenden Worten aussprach: *Speramus et cupimus futurum ut medici nobiliores animos non nihil erigant, neque toti sint in curarum sordibus.*

Digitized by Google

Literatur der Physiologie.

Wir nennen hier nur diejenigen Schriften, welche die Physiologie im allgemeinen betreffen, und werden die, einen einzelnen Gegenstand oder eine Verrichtung abhandelnden Schriften an dem gehörigen Orte anführen. Von Büchern, die mehrmals aufgelegt wurden, sind nur die besten Ausgaben angegeben. Jene lassen sich am füglichsten eintheilen in solche, die von der Literatur und Geschichte der Anatomie und Physiologie handeln, ferner in solche, welche die Methoden die Physiologie zu bearbeiten betreffen, dann in Lehr- und Handbücher, und endlich in Schriften vermischten Inhalts und Zeitschriften. Wir wollen uns jedoch auf Schriften von einiger Erheblichkeit beschränken und nicht alle aufführen.

I) Schriften zur Kenntniss der Literatur und Geschichte der Physiologie.

Vor allen verdienen hier zwei reichhaltige Werke genannt zu werden, die nicht nur die physiologischen Schriften namhaft machen, sondern auch Nachrichten über die Lebens-Umstände der Autoren, ihre physiologischen Ansichten und Lehren mittheilen. Sie sind:

Alb. ab Haller *Bibliotheca anatomica, qua scripta ad anatomen et physiologiam facientia a rerum initiis recensentur. Tiguri* 1774. 2 *Tom. in* 4.

Portal *Histoire de l'anatomie et de la chirurgie. Paris* 1770. 6 *T. in* 8.

Die neuere physiologische Literatur in Verbindung mit der älteren ist aufgeführt in

J. Meyer's *Repertorium der gesammten medizinischen Literatur. Berlin* 1809. 2 *B. in* 8.

Digitized by Google

K. F. Burdach's *Literatur der Heilwissenschaft. Gotha* 1810. 2 *B. in* 8.

J. S. Ersch *Literatur der Medicin des achtzehnten Jahrhunderts bis auf die neueste Zeit, neue Ausgabe von* F. A. B. Puchelt. *Leipzig* 1822. *in* 8.

Ferner ist die allgemeine Literatur der Physiologie angegeben in Pierer's und Choulant's Anatomisch-physiologischem Realwörterbuch B. 6 S. 560.

Zur Kenntniss der in den Schriften der gelehrten Gesellschaften zerstreuten Abhandlungen über Anatomie und Physiologie dient

J. D. Reuss *Repertorium commentationum a societatibus litterariis editarum. Goettingae* 1813. 4.

Die Dissertationen anatomischen und physiologischen Inhalts sind, wiewohl bei weitem nicht vollständig, aufgeführt in

C. L. Schweikhard *Tentamen catalogi rationalis dissertationum ad anatomiam et physiologiam spectantium. Tübingae* 1798. 8.

II) Propädeutische Schriften.

G. R. Treviranus *de emendanda physiologia commentarius. Goettingae* 1796. 8.

M. a Lenhossék *introductio in methodologiam physiologiae corporis humani. Vindobonae* 1810. 4.

Lordat *conseil sur la manière d'étudier la physiologie. Montpellier* 1813. 8.

F. Nasse *Ueber den Begriff und die Methode der Physiologie. Leipzig* 1826. 8.

J. A. Murray *De observationibus et experimentis apud bruta captis caute ad corpus humanum applicandis — in Opuscul. Vol.* 1 *p.* 229.

III) Allgemeine physiologische Werke, Systeme, Lehr- und Handbücher.

Hippocrates Cous (geboren im ersten Jahre der 80. Olympiade, oder 460 Jahr vor Christi Geburt, starb 350 v. C. G.) *De natura hominis* (περι φυσιος ανθρωπου). *Basil.* 1546. 4. *Paris* 1548. 4. *Lugd.* 1548. 12. *cum comment. Blasii Hollerii. Lugd.* 1570. 12. *Basil* 1762. 8.

Digitized by Google

In vielen anderen Ausgaben und mit mancherlei Commentarien, Wahrscheinlich ist es kein ächtes Buch.

J. Segarra *commentarii physiologici, complectentes ea, quae ad partem medicinalem physiologiae pertinent, ad Hippocratem de natura humana et Galenum de temperamentis. Valentiae* **1596. 1603.** *fol.*

R. Restaurand *magnus Hippocrates Cous redivivus. T.* **1** *continens physiologiam. Lugduni* **1681. 12.**

De la Vaud *physiologie d'Hippocrate, extraite de ses oeuvres. Paris an* **10** *(1802).* **8.**

Claudii Galeni (geboren 131 v. Chr. Geb., Arzt in Rom, starb während der Regierung des Kaisers Severus) *de usu partium corporis humani (περι χρειας τῶν εν ανθρωπου σωματι μυριων) libri XVII interprete N. Rhegio. Paris* **1528** *fol. ed Ren. Chartier Paris* **1639. 1679.** *fol. Vol.* **4.** *No.* **31.**

Nemesius (Bischof von Emesa, lebte gegen das Jahr 364) *de natura hominis. Antverp.* **1565. 8.** *Oxon.* **1671. 8.**

Eine meist nach Galens Lehren verfasste Schrift.

Jo. Fernelius (geb. 1506, Leibarzt König Heinrich II. von Frankreich, starb 1558) *de naturali parte medicinae. Paris* **1538. 1542.** *fol.* **1545. 8.** *Venet.* **1545. 8.** *Lugd.* **1551. 8.**

P. A. Theophrastus Paracelsus (Prof. in Basel, starb 1541 in Salzburg) *de natura hominis. Basil.* **1568. 8.**

Dieses Buch des bekannten Schwärmers ist aus Alchymie, Astrologie, Mystik und Galenischen Lehren zusammengesetzt.

Const. Varolius (geb. 1543, Lehrer in Bologna, Leibarzt des Papsts Gregor XIII, starb 1575) *de resolutione corporis humani. Francofurti* **1591. 8.**

Das nach den Grundsätzen der Alten bearbeitete Buch wurde nach dem Tode des Verfassers von Cortesi herausgegeben.

Eust. Rudius (Prof. zu Padua, starb 1611) *de usu totius corporis humani. Venet.* **1588. 4.**

Hier. Montaltus (Arzt in Sicilien) *de homine sano. Francofurti* **1591. 8.**

Hier. Brisiani (Arzt in Salo) *physiologia. Venet.* **1596. 4.**

Digitized by Google

Greg. Horst (geb. 1578, Prof. in Giessen, gest. 1636) *nobilium exercitationum de humano corpore et anima libri II. Viteb.* **1604. 1607. 8.** *Francof.* **1612. 4.**

Im Geiste der Scholastik bearbeitet.

Theod. Zwinger (geb. 1533, Prof. in Basel, gest. 1588) *physiologia medica Th. Paracelsi dogmatibus illustrata. Basil.* **1610. 8.**

Er war der Chemie zugethan.

Henr. Regii (van Roy, geb. 1598, Prof. in Utrecht, gest. 1679) *physiologia, sive cognitio sanitatis. Utrajecti* **1646. 4.**

— — — *philosophia naturalis. Amstelod.* **1654. 1661. 4.**

Er wendete Descartes Philosophie auf die Physiologie an.

Alb. Kyper (Prof. in Leyden, gest. 1658) *Anthropologia corporis humani contentorum, et animae naturam et virtutes secundum circularem sanguinis motum explicans. Leid.* **1647. 12. 1650. 4. 1660.** *Amstel.* **1665. 4.**

Ph. Jac. Sachs von Lewenheimb (geb. 1627, Arzt in Breslau, gest. 1672) *Anthropologia. Lips.* **1640. 4.**

Jo. Antonid. van der Linden (geb. 1609, Prof. in Franeker und Leyden, gest. 1664) *medicina physiologica, nova curataque methodo ex optimis quibusque autoribus contracta, et propriis observationibus locupletata. Amstel.* **1653. 4.**

War in den Schriften der alten Aerzte sehr bewandert.

Godofr. Moebii (geb. 1611, Prof. in Jena, gest. 1664) *fundamenta medicinae physiologicae. Jenae* **1661. 4.**

Ant. Deusing (geb. 1612, Prof. in Gröningen, gest. 1666) *oeconomia animalis. Groning.* **1660. 12.**

Val. Henr. Vogler (geb. 1622, Prof. in Helmstädt, gest. 1677) *institutiones physiologicae. Helmst.* **1661. 4.**

Ren. Descartes (Cartesius) (geb. 1596, gest. 1650 zu Stockholm) *de homine. Lugd. Bat.* **1662. 16. 1764. 4.** *Amstel.* **1677.**

Diese Schrift, worin der Verf. das Leben aus mechanischen Principien zu erklären suchte, wurde nach seinem Tode von Fl. Schuyl herausgegeben.

Flor. Schuyl (Prof. in Leyden) *physiologia medica. Leid.* **1665. 4.**

Huldigte der Lehre von Sylvius.

Digitized by Google

Nicol. Hoboken (geb. 1632, Prof. zu Harderwik) *cognitio physiologica medica. Ultrajecti* **1670. 4.**

Die zweite Ausgabe erschien unter dem Titel: *Medicina physiologica ex recentiorum principiis exposita. Ultrajecti* **1685. 4.**

Benj. a Broeckhuysen (Prof. zu Herzogenbusch, Leibarzt Carl II. von England, gest. 1686) *oeconomia corporis animalis. Noviomag.* **1672. 8.**

— — — *oeconomia animalis ad circulationem sanguinis breviter delineata. Goudae* **1685. 8.**

Anhänger Descartes.

Joh. Bohnii (geb. 1640, Prof. in Leipzig, gest. 1718) *circulus anatomico-physiologicus seu oeconomia animalis. Lips.* **1680. 4. 1686. 1697. 1710. 1736.**

Dieser gelehrte Mann bekämpfte die zu seiner Zeit herrschenden Hypothesen der jatro-chemischen Schule eines Sylvius und der Descartischen Philosophie, und brach die Bahn zu besseren Ansichten in der Physiologie.

Georg Wolfg. Wedel (geb. 1645, Prof. in Jena, gest. 1721) *physiologia medica. Jen.* **1680. 4. 1704.**

— — *physiologia reformata. Jen.* **1688. 4.**

Er war ein der chemiatrischen Schule ergebener Compilator.

Matth. Garcia (Prof. zu Valencia) *physiologia. Valent.* **1680.** *fol.*

Th. Craanen (Prof. zu Leyden, dann Brandenburgischer Leibarzt, gest. 1688) *oeconomia animalis ad circulationem sanguinis breviter delineata. Goudae* **1685. 8.** *Amstel.* **1705. 8.**

— — *tractatus physico-medicus de homine. Leid.* **1689. 4.**

Eifriger Anhänger Descartes.

Jo. Frid. Ortlob (geb. 1661, Prof. in Leipzig, gest. 1700) *historia partium et oeconomiae hominis secundum naturam s. dissertationes anatomico physiologicae. Lips.* **1697. 4.**

Christ. Vater (geb. 1651, Prof. in Wittenberg, gest. 1732) *physiologia experimentalis et demonstrativa. Viteberg.* **1701. 4. 1712.**

Jo. Godofr. de Berger (geb. 1659, Prof. in Wittenberg, gest. 1736) *physiologia humana. Viteb.* **1702.** *Lips.* **1708. 4.**

Digitized by Google

Der gelehrte Verfasser kämpfte eifrig gegen Stahl's Lehren und huldigte der Jatro-Mechanik.

Jo. Maur. Hofmann (geb. 1653, Prof. in Altdorf, gest. 1727) *idea machinae humanae anatomico-physiologica. Altdorf* 1703. 4.

Herm. Boerhaave (geb. 1666, Prof. zu Leyden, gest. 1738) *Institutiones medicae. Leid.* 1708. 8. 1713. 1720. 1727. 1734. 1736. *Paris* 1737. *Venet.* 1757. *London* 1751.

Der erste Band enthält die Physiologie.

Der gelehrte und geistreiche Verfasser suchte die Lehre vom Leben durch Anwendung der Chemie und Mechanik aufzuhellen. Seine Schule herrschte in der ersten Hälfte des achtzehnten Jahrhunderts.

Haller, ein Schüler Boerhaave's, gab ein nachgeschriebenes Collegienheft mit Commentarien heraus, unter dem Titel:

H. Boerhaave *praelectiones academicae in proprias institutiones rei medicae, edidit et notas addidit Albertus Haller. Goetting* 1739. 4 *Tom. Taurini* 1742. *Venet.* 1742. *Leid.* 1758. 8. *Boerhaave Accademical lecturs on the theory of physik. London* 1742. 8. ins Französ. übers. von *Ofrai de la Metrie. Paris* 1747. 12.

Boerhaaves Physiologie, übersetzt von J. B. Eberhard. Halle 1753. 1780. 8.

Phil. Ambros. Marherr *praelectiones in herm. Boerhaave institutiones medicas. Viennae et Lips.* 1785. 3 *T. in* 8.

Georg Ernst Stahl (geb. 1660, Prof. in Halle, gest. 1734) *theoria medica vera physiologiam et pathologiam sistens. Hal.* 1708. 4. 1737.

— — — *sciagraphia physiologiae verae medicae. Hal.* 1711. 4.

— — — *physiologia medici ad pathologiam, therapiam et praxin clinicam directe conferenda. Hal.* 1705. 4.

Ein grosser Verächter der Anatomie. Er bekämpfte die jatromathematischen Ansichten über das Leben, und stellte, obgleich der Chemie sehr zugethan, die Seele als das Princip des Lebens auf. Er brach die Bahn für die Schule der Vitalisten.

Ge. Phil. Nenter (Prof. in Strasburg) *theoria hominis sani s. physiologia medica. Argentor.* 1714. 8. 1723.

Schüler und Anhänger Stahl's.

Archib. Pitcairn (geb. 1652, Prof. zu Leyden und dann zu Edinburg, gest. 1713) *elementa medicinae physico-mathematica. London* 1717. 8. 1718. 8.

Digitized by Google

Einer der eifrigsten Jatro-Mathematiker.

Frid. Hoffmann (geb. 1660, Prof. in Halle, gest. 1742) *philosophia corporis humani vivi et sani, medicinae rationalis et systematicae T. 1. Hal.* 1718. 4. *Basil.* 1738. *Genev.* 1748.

— — — *physiologia. Hal.* 1746. 8.

Ein Gegner Stahl's. Seine Lehren bestanden aus einer Verschmelzung der Grundsätze der chemiatrischen und jatro-mathematischen Schule.

E. E. Cohausen *De differentia inter Fr. Hoffmanni doctrinam physico-medicam et Stahlii medico-organicam. Francof.* 1746. 8.

Her. Fr. Teichmeyer (Prof. in Jena, gest. 1744) *elementa anthropologiae s. theoriae corporis humani. Jen.* 1718. 4. 1739. 8.

And. El. Buchner (geb. 1701, Prof. in Erfurt und Halle. gest. 1769) *fundamenta physiologiae ex physico-mechanicis principiis deducta. Hal.* 1726. 1746. 8.

Schüler und Anhänger Hoffmann's.

Joh. Cocke *Anatomical and mechanical essay of the animal oeconomy. Lond.* 1730. 8.

Jo. Frid. Schreiber *fundamenta medicinae physico-mathematica. Lips.* 1731. 8.

Ein Versuch, die Wolfische Philosophie auf die Physiologie in Anwendung zu bringen.

Bryan Robinson *treatise of the animal oeconomy.* 1732. 8. *London* 1738.

Eifriger Vertheidiger der jatro-mathematischen Schule.

G. H. Behr (geb. 1708, Chirurg in Strasburg, gest. 1761) *physiologia medica. Strasburg* 1736. 4.

François Quesnay (geb. 1694, königl. Leibarzt und Secretär der Akademie der Chirurgie, gest. 1774) *essai sur l'économie animale. Paris* 1726. *in* 12.

— — — *Essai de physique sur l'économie animale. Paris* 1747. 3 *Vol. in* 12.

Entlehnte vieles aus Boerhaave's Schriften.

Jo. Henr. Schulze (geb. 1687, Prof. in Altdorf, gest. 1745) *physiologia medica usui praelectionum accomodata. Hal.* 1747. 8.

Nach Boerhaave's Grundsätzen verfasst.

Digitized by Google

Alb. de Haller (geb. zu Bern 1708, Prof. in Göttingen, dann ein öffentliches Amt in Bern bekleidend, gest. 1777) *primae lineae physiologiae in usum praelectionum academicarum. Goetting.* 1747. 8. 1751. 1766. *ed. quarta emendata et aucta ab Henr. Aug. Wrisberg. Goett.* 1780.

Diese Schrift wurde ins Französische übersetzt von P. Tarin. Paris 1752. 12. und von Toussaint Bordenave. Paris 1768. 12.

Eine englische Ausgabe besorgte S. Mihles. London 1754. 4. 1772. 8.

Italienisch Venez. 1765. 8.

Deutsch: Erster Umriss der Geschäfte des körperlichen Lebens, übers. von Joh. Sam. Halle und F. L. Tribolet. Berlin 1770. 8.

Grundriss der Physiologie für Vorlesungen, nach der vierten mit den Zusätzen von Wrisberg vermehrten Ausgabe, übers. von K. F. Uden. Berlin 1781. 8.

Handbuch der Physiologie nach der vierten lateinischen Ausgabe von neuem übersetzt und mit Anmerkungen versehen von S. Th. Soemmerring, mit einigen Anmerkungen von Ph. Fr. Th. Meckel. Berlin 1788. 8.

Grundriss der Physiologie mit den Verbesserungen von H. A. Wrisberg, S. Th. Soemmerring und Ph. Fr. Th. Meckel, umgearbeitet von H. M. v. Leveling. Erlangen 1796. 1821. 8.

Itallen elementa physiologiae corporis humani T. 1 — 8. *Lausan.* 1757 — 66. 4. *Napoli* 1763. *Venetiis* 1765.

Umgearbeitet unter dem Titel: *De partium corporis humani fabrica et functionibus. Bernae* 1777. 8.

Blieb unbeendigt wegen des Todes des Verfassers.

Auctuarium ad Alb. Halleri elementa physiologiae excerptum ex nova editione (a Ch. G. Eschenbach et C. G. Grebing, edit. cura J. G. F. Franz) et adaptatum veteri. Francof. et Lips. 1780, 4.

Anfangsgründe der Physiologie des menschlichen Körpers, übersetzt von J. S. Haller. Th. 1 — 8. Berlin 1759 — 1776. 8.

Haller, mit einer umfassenden Kenntniss der Schriften seiner Vorgänger ausgerüstet, bemühte sich, die Thatsachen über das Leben durch eigene Beobachtungen und Versuche zu prüfen, und als

Digitized by Google

ein umfassendes und geordnetes Ganzes in seinen Elementen niedergelegen, welche stets einen classischen Werth behalten werden.

Jos. Lieutaud (geb. 1708, Prof. in Aix, Leibarzt, gest. 1780) *elementa physiologiae juxta solertiora notissimaque physicorum experimenta et accuratiores anatomicorum observationes concinnata. Amsterd.* 1749. 8. *Venet.* 1766. 8.

Joh. Aug. Unzer (geb. 1727, Prof. in Rinteln, gest. 1799) philosophische Betrachtungen über den menschlichen Körper. Halle 1750. 8.

— — — Erste Gründe der Physiologie. Leipzig 1771. 8.

Georg Heuermann (Prof. in Kopenhagen, gest. 1768) Physiologie. Kopenhagen 1751. 8. 4 B.

Schätzbar wegen mancher Versuche an lebenden Thieren.

Georg Ehrh. Hamberger (geb. 1697, Prof. in Jena, gest. 1755) *physiologia medica seu de actionibus corporis humani sani doctrina, mathematicis atque anatomicis principiis superstructa. Jen.* 1751. 4.

— — — *elementa physiologiae medicae, post obitum auctoris continuata per Jo. Frid. Kessel. Jen.* 1757. 8. *denuo edita a C. G. Mayer. Jen.* 1770. 8.

Er war ein eifriger Jatro-Mathematiker, der mit Haller heftige Streitigkeiten hatte.

Ch. Gottl. Ludwig (geb. 1709, Prof. in Leipzig, gest. 1772) *institutiones physiologiae cum introductione in universam medicinam. Lips.* 1752. 8.

Jos. Et. Bertier (Prof. zu Mans) *physique des corps animés. Paris* 1755. 12.

Toussaint de Bordenave (geb. 1728, Prof. in Paris, gest. 1782) *Essai sur la physiologie. Paris* 1756. 1764. 1787.

Car. Nic. Jenty (Arzt in London) *a course of anatomico-physiological lectures on the human structure and animal oeconomy. London* 1754. 8. 3 *Vol.*

Franc. Lamure *positiones ex physiologia. Monspel.* 1761. 8.

Jean F. Dufieu *traité de physiologie. Lyon* 1762. 12.

Ernst Platner (geb. 1744, Prof. in Leipzig, gest. 1818) Briefe eines Arztes an seinen Freund über den menschlichen Körper. Zwei Bände. Leizig 1772. 8.

— — — Anthropologie für Aerzte und Weltweise. Zwei Theile. Leipzig 1772. 8.

Digitized by Google

Henr. Pemberton (starb 1771) *A Course of physiology. London* 1773. 8.

Diese jatro-mathematische Physiologie erschien nach dem Tode des Verfassers.

P. J. Barthez (geb. 1734, Prof. in Montpellier, gest. 1806) *nova doctrina de functionibus corporis humani Monspelii* 1774. 4.

— — *nouveaux élémens de la science de l'homme. Montpellier* 1778. 8. *Paris* 1806. 8.

Der scharfsinnige Mann suchte das Leben aus einer eigenen Kraft, der Lebenskraft, zu erklären.

Frid. Bernard Albinus (geb. 1715, Prof. in Leyden, gest. 1778) *de natura hominis. Leid.* 1775. 8. Deutsch: Von der Natur des Menschen. Wien und Leipzig 1784. 8.

Dieses in Aphorismen verfasste Lehrbuch des Bruders des berühmten Bernhard Siefried Albinus ist schätzbar.

Will. Cullen (geb. 1712, Prof. in Edinburg, gest. 1790) *Institutions of medicine. P. 1 Physiology. Edinburg* 1777. 8. *ed.* 3. 1783. 8. Deutsch Leipzig 1786. 8. Lat. *Venet.* 1788.

Joh. dan. Metzger (geb. 1739, Prof. zu Königsberg, gest. 1805) Grundriss der Physiologie. Königsberg 1777. 1783. 8.

— — — die Physiologie in Aphorismen. Königsberg 1789. 1795. 8.

Marc. Anton. Leop. Caldeni (geb. 1724, Prof. in Padua. gest. 1813) *institutiones physiologicae. Pat.* 1778. 8. *Lips.* 1785. Deutsch Prag 1784. 1793. Leipzig 1793.

Nic. Jadelot (geb. 1736, Prof. in Nancy, gest. 1793) *physica hominis sani. Nanc.* 1778. Deutsch Jena 1783. 8.

Fr. Cromadelli (Prof. in Rom) *nova physiologiae elementa. Romae* 1779. 12. *denuo ed. Eust. Athanasius. Hal.* 1795. 8.

Jo. Frid. Blumenbach (geb. 1752, Prof. in Göttingen) *institutiones physiologiae. Goetting.* 1787. 1798. 1810. 1821. 8. ins Deutsche übersetzt von J. Eyrel. Wien 1789. 8. 1795. 8. Franz. von Pugnet. Lyon 1792. 12. Engl. von Cadwell. Philadelphia 1798. Von Ellertson. London 1817. 1818. 1820. Ital. von Coli.

Attumonelli (Prof. in Neapel) Elementi di fisiologia medica. Napoli 1789. P. 1—5. 8.

Digitized by Google

Erasm. Darwin (geb. 1731, Arzt in Derby, gest. 1802) *zoonomia or the laws of organic life. London* 1794. 1796. 4. 3 *Vol.* Deutsch *Zoonomie oder Gesetze des organischen Lebens, übers. von* Brandis. *Hannover* 1795. Franz. von Kluyskens. *Gand.* 1810. 8. Ital. von Rasori. *Milano* 1803. 8.

Reich an originellen Ansichten.

Giov. Presciani *Discorsi elementari di Anatomia e Fisiologia. Milano* 1794. 8.

Fried. Hildebrandt (geb. 1764, Prof. in Erlangen, gest. 1816) *Lehrbuch der Physiologie. Erlangen* 1796. 1798. 1803. 1809. 1817. 1828.

Vitalist.

Georg Prochaska (geb. 1749, Prof. in Prag und Wien, gest 1820) *Lehrsätze aus der Physiologie des Menschen. Wien* 1797. 1802. 1808. 8. *Physiologie oder Lehre von der Natur des Menschen. Wien* 1820. 8.

Hielt das Leben für einen electrischen Process.

Jac. Fid. Ackermann (geb. 1765, Prof. in Mainz, Jena und Heidelberg, gest. 1815) *Versuch einer physischen Darstellung der Lebenskräfte organisirter Körper. Frankfurt* 1797. 8. *Jena* 1805. 8.

Ein neuerer Jatro-Chemiker.

J. Tourdes *Manuel de physiologie. Metz* 1797. 8.

R. Saumarez *A new system of physiology. London* 1798. 2 *T. in* 8.

Ed. Peart *Physiology. London* 1798. 8.

Thornton *Medical extracts on the nature of health, and the laws of the nervous and fibrous System. London* 1798. *Vol.* 1—4. *ed.* 3. Ins Deutsche übersetzt. *Gött.* 1801. 8.

Carl Christ. Ehrh. schmid (geb. 1761, Prof. in Jena, gest. 1813) *Physiologie, philosophisch bearbeitet.* 3 *Bände. Jena* 1798. 8.

Wendete die Grundsätze der kritischen Philosophie auf die Physiologie an.

Fr. Ludw. Kreyssig (geb. 1769, Prof. in Wittenberg und Dresden) *Neue Darstellung der physiologischen und pathologischen Grundlehren. Leipzig* 1798. 2 *Th. in* 8.

Ch. Louis Dumas (geb. 1765, Prof. in Montpellier, gest. 1813) *Principes de physiologie. Montpellier* 1806. *Paris* 1810. 2 *Vol.* 8.

Vitalist.

Digitized by Google

Anth. Richerand (Prof. in Paris) *Nouveaux élémens de physiologie. Paris* (*An.* 9.) 1801. 1807. 1810. 1814. 1820. *éd.* 9. 1825.

Jo. Heinr. Ferd. Autenrieth (geb. 1772, Prof. in Tübingen) *Handbuch der empirischen menschlichen Physiologie. Tübingen* 1801. 3 *B.* in 8.

Chemischen Ansichten ergeben.

C. H. Pfaff (geb. 1774, Prof. in Kiel) *Grundriss einer allgemeinen Physiologie und Pathologie des menschlichen Körpers. Kopenhagen* 1801.

Enthält einen Versuch die Erregungstheorie auf die Physiologie anzuwenden.

Gottf. Reinh. Treviranus (geb. 1776, Prof. in Bremen) *Biologie oder Philosophie der lebenden Natur. Götting.* 1802. 6 *Bände* in 8.

Ein ausgezeichnetes Werk, des Titels würdig, den es führt.

G. Tomasini *Lezioni critiche di fisiologia e patologia. Parma* 1802. 4 *Vol.* 8.

J. Jos. Doemmling (geb. 1771, Prof. in Würzburg, gest. 1803) *Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Götting.* 1802. 8.

Verfasst im Geiste der in die Schellingische Naturphilosophie übergehenden Erregungstheorie.

J. Goerres (geb. 1776) *Aphorismen über die Organonomie. Koblenz* 1803. 8.

— — *Exposition der Physiologie. Koblenz* 1805. 8.

Chr. Bernoulli *Versuch einer physischen Anthropologie oder Darstellung des physischen Menschen. Halle* 1804. 2 *B.* 8.

Ign. Doellinger (geb. 1770. Prof. in Bamberg, Würzburg und München) *Grundriss der Naturlehre des menschlichen Organismus. Bamberg und Würzburg.* 1805, 8.

F. E. Fodéré (geb. 1764, Prof. in Strassburg) *Essai de physiologie positive appliquée spécialement à la médécine pratique. Avignon et Paris.* 1806. 8.

Jo. Chr. Aug. Heinroth (geb. 1773, Prof. in Leipzig) *Grundzüge der Naturlehre des menschlichen Organismus. Leipzig* 1807. 8.

Phil. Fr. Walther (geb. 1780, Prof. in Landshut und Bonn) *Physiologie des Menschen. Landshut* 1807. 2 *B.* in 8.

Digitized by Google

G. Azzoguidi (geb. 1741, Prof. in Bologna, gest. 1814) *Compendio de discorsi che si tengono della catedra di Fisiologia e de' Notomia comparata. Bologna* 1808. 8.

Stef. Gallini (Prof. in Padua) *Nuovi elementi della fisica del corpo umano. Padoua* 1808. 1820. 2 *Vol.* 8.

Er sieht die Lebens-Aeusserungen als Wirkungen der allgemeinen Naturkräfte an.

E. Bartels (Prof. in Helmstädt, Breslau und Marburg) *systematischer Entwurf einer allgemeinen Biologie. Frankfurt* 1808. 8.

— — *Physiologie der menschlichen Lebensthätigkeit. Freiberg* 1809. 8.

Fr. Lud. Augustin *Lehrbuch der Physiologie des Menschen Berlin* 1809. 8.

Curt. Sprengel (geb. 1766, Prof. in Halle) *Institutiones physiologicae. Amstelodami* 1809. 2 *Vol.* 8.

C. Fr. Burdach (geb. 1776, Prof. in Leipzig und Königsberg) *Physiologie. Leipzig* 1810 8.

— — — *Die Physiologie als Erfahrungs-Wissenschaft Leipzig* 1826. 8. *B.* 1.

Gius. Jakopi *Elementi di Fisiologia e Notomia comparativa Napoli* 1810. 3 *Vol.* 8.

Ben. Mojon (Prof. in Genua) *leggi fisiologiche. Genova* 1810. 8.

Fr. Gruithuisen *Anthropologie. München* 1810. 8.

— — — *Organozoonomie. München* 1811. 8.

C. G. Naumann *Von der Natur des Menschen. Berlin* 1815. 2 *B.* 8.

J. B. Wilbrand (geb. 1781, Prof. in Giessen) *Physiologie des Menschen. Giessen* 1815. 8.

Mich. A. Lenhossék (Prof. in Pesth und Wien) *Physiologia medicinalis. Pestini* 1816. 5 *T.* 8.

— — — *Institutiones physiologiae organismi humani, usui academico accomodatae. Viennae* 1822. 2 *Vol.* 8.

Fr. Magendie (Prof. in Paris) *Précis élémentaire de Physiologie. Paris* 1816. 2 Vol. 8. Uebers. von Heusinger. *Eisenach* 1820. 8. *Paris* 1825, Uebers. von Hofacker. *Tübingen* 1826.

Ad. Ypey (Prof. in Leiden, gest. 1820) *principia anatomico-physiologica. Lugd. Bat.* 1817. 8.

Digitized by Google

John Gordon *Outlines of lectures on the Physiology. Edinburg* 1817. 8.

Ad. Fr. Hempel (Prof. in Göttingen) *Einleitung in die Physiologie des menschlichen Körpers. Götting.* 1818.. 1828 8.

J. C. M. G. de Grimaud (geb. 1750, Prof. in Montpellier, gest. 1789) *Cours complèt de physiologie, oeuvre posthume. Paris* 1818. 2 *Vol.* 8.

A. Rolando (Prof. in Turin) *anatome physiologica. August. Taurin* 1819.

W. Nicoll's *Sketches of the Economy of man. London* 1820. 8.

Laur. martini (Prof. in Turin) *Elementa physiologiae. Taurin.* 1821. 8.

— — — *Lezioni di fisiologia. Torino* 1826. 2 *T.* 8.

K. A. Rudolphi (Prof. in Greifswald und Berlin) *Grundriss der Physiologie. Berlin* 1821. 8. *B.* 1. 2.

Ja. Hood *Analytic Physiology. Liverpool* 1822. 8.

N. P. Adelon (Prof. in Paris) *Physiologie de l'homme. Paris* 1823. 4 *Vol.* 8.

John Bostock *An elementary System of Physiology. London* 1824. 8. *Vol.* 1. 2. 3.

Herbert Mayo (Prof. in London) *Outlines of human Physiology. London* 1827. 8.

Bakker (Prof. in Gröningen) *De natura homini. Gröningae* 1827. 8. *P.* 1. 2

IV) Schriften vermischten anatomisch-physiologischen Inhalts.

G. Charleton (geb. 1619, Arzt in London, gest. 1707) *Exercitationes physico-anatomicae, sive oeconomia animalis, novis in medicina hypothesibus superstructa et mechanice explicata. Amstelod.* 1659. 12. Englisch *London* 1659. 4.

In dieser Schrift wird gehandelt von der Ernährung, der Chylusbildung, der Blutbereitung, dem Kreislauf des Bluts, dem Athmen, den Lymphgefässen und der Muskelbewegung. Er huldigte den Lehren der jatromechanischen Schule, und gehörte zu den frühesten Vertheidigern der Harveyschen Lehre.

Joh. Mayow (geb. 1645, Arzt in Oxford, gest. 1679) *Tractatus quinque medico-physici. Oxoniae* 1669. 1674. 8. Auch unter dem Titel *Opera omnia medico-physica. Haag* 1681. Ins Deutsche übersetzt von Koellner. *Jena* 1799.

Digitized by Google

Darin befinden sich Abhandlungen über das Athmen, die Muskelbewegung, den Magensaft, die Milz. Er äusserte Ansichten, denen ähnlich, welche ein Jahrhundert später durch die Schule der antiphlogistischen Chemie ausgesprochen und erwiesen wurden.

Charl Drelincourt (Prof. in Leyden, der Lehrer Boerhaave's, gest. 1697) *Experimenta anatomica ex vivorum sectionibus petita edita per E. G. Heyseum. Lugd. Batav.* 1682. 12.

Enthält schätzbare Beobachtungen über die Lebens-Aeusserungen verschiedener Theile.

Ant. van der Heiden (Arzt in Amsterdam) *Experimenta circa sanguinis missionem, fibras motrices, urticam marinam etc. Amstel.* 1686. 8.

Hierin Beobachtungen über die Bewegung des Bluts in den Gefässen der Frösche, so wie Untersuchungen über die Muskelfasern.

Marcelli Malpighii (geb. 1628, Prof. in Bologna, Leibarzt des Papstes Innocenz XII., gest. 1694) *opera omnia London* 1686. 2 *Vol. fol. Lugd. Bat.* 1687. 4.

— — — *Opera posthuma. Lugd. Bat.* 1698. 4. *Venet.* 1698. *fol.*

Enthält schätzbare Untersuchungen über den Bau des Hirns, der Zunge, Milz, Leber, Lungen, Nieren, Drüsen und der Häute; dann die trefflichen Beobachtungen über die Entwickelung des Hühnchens im Eye u. a.

Laur. Bellini (geb. 1643, Prof. in Pisa, gest. 1703) *Opera omnia. Venet.* 1708. 1720. 4.

Darin befinden sich Abhandlungen über die Structur der Zunge und der Nieren, über die Bewegungen des Herzens, den Lauf der Galle, das Athmen, den Harn u. dgl.

Arch. Pitcarnii *Opera omnia. Hagae Com.* 1722. 2 *T.* 4.

Enthält Abhandlungen über den Kreislauf des Bluts, die Absonderung, die Verdauung, die monatliche Reinigung, die Temperamente u. s. w.

Cl. Perrault (geb. 1613, Mitglied der Akademie und Architect des Königs Ludwig XIV. gest. 1688) *Essais de physique. Paris* 1680. 4 *Vol.* 4.

— — — *Oeuvres de physique et de mécanique. Amsterd.* 1727. 4.

Es finden sich darin viele gute Untersuchungen über den Schall und das Gehörorgan, die Stimme, die thierische Bewegung, die peristaltische Bewegung, die Verdauungs-Werkzeuge u. s. w.

Anton van Leeuwenhoek (geb. 1632, gest. 1723) *Opera omnia seu Arcana naturae ope microscopiorum detecta. Lugd. Bat.* 1685. 1702. 1722. 4.

Digitized by Google

Viele mikroscopische Untersuchungen über die flüssigen und festen Theile des Menschen und der Thiere enthaltend.

Jac. Keilii (geb. 1673, lebte zu Oxford und Cambridge, war dann Arzt in Northampton, gest. 1719) *Tentamina medico-physica. London* 1718. 8. *Lugd. Bat.* 1730. 4.

Er war Jatromathematiker und schrieb über die Menge des Bluts, den Kreislauf, die Absonderung, die Hautausdünstung und die Muskelbewegung.

Joh. Bapt. Morgagni (geb. 1682, Prof. in Bologna und Padua, gest. 1771) *Adversaria anatomica VI. Bonon.* 1706 — 19. *Patavi* 1719. 4.

— — — *Epistolae anatomicae novas observationes et animadversiones complectentes II. Lugd. Bat.* 1728. 4. *Venet* 1762. *Patavi* 1764. *fol.*

Enthalten Widerlegungen anderer Anatomen und Physiologen. so wie vorzügliche eigene Bemerkungen.

— — — *de sedibus et causis morborum per anatomen indagatis. Venet* 1761. *fol.* 2 *Vol. Paris* 1765. *fol.* Deutsch. *Altenburg* 1771.

Dies ausgezeichnete Werk ist auch für die Physiologie von grösster Wichtigkeit.

Clifton Wintringham *an experimental inquiry on some parts of the animal structure. London* 1740. 8.

Enthält Untersuchungen über die Structur und Cohärenz der Blutgefässe, so wie Berechnungen über die Dichtigkeit der Augenflüssigkeiten und Bemerkungen über das Sehen.

Bernh. Siegfr. Albini (geb. 1697, Prof. in Leiden, gest. 1770) *Academicarum annotationum Libri octo. Leidae* 1756. 4.

Darin befinden sich viele sehr schätzbare Beiträge zur Anatomie und Physiologie.

Alb. de Haller *Mémoires sur la nature sensible et irritable des parties du corps animal. Lausanne* 1756. 4 *T.* 12.

Ungemein wichtig wegen der sehr zahlreichen, Epoche machenden Versuche.

— — — *Opera minora. Lausannae.* 1762. 3 *T.* 4.

Sie bestehen aus einer Sammlung kleinerer zerstreuter Aufsätze, Programme und Abhandlungen.

Jo. G. Roederer (geb. 1725, Prof. in Göttingen, gest. 1763) *Opuscula medica. Götting.* 1763. 4.

Gualth van Doeveren (Prof. in Gröningen und Leiden, gest. 1783) *Specimem observationum academicarum ad mon-*

Digitized by Google

strorum historiam, anatomen, pathologiam, et artem obstetriciam praecipue spectantium. Groningae et Lugd. Bat. **1765. 4.**

Joh. Stedman *Physiological essays and observations. Edinburgh* **1769.** Deutsch *Leipzig* **1777.**

Enthält Abhandlungen über die Eintheilung des Pulses, die Menstruation u. s. w.

Fel. Fontana (geb. 1730, Prof. in Pisa, gest. 1805) *Richerche filosofiche sopra la fisica animale. Firenze* **1775. 4.** Deutsch *Leipzig* **1785. 8.**

— — — *Opuscoli scientifici. Firenze* **1783. 8.**

— — — *Traité sur le vénin de la vipére, sur les poisons americains, sur le laurier-cérase et sur quelques autres poisons végétaux. On y a joint des observations sur la structure primitive du corps animal, différentes expériences sur la reproduction des nerfs et la déscription d'un nouveau canal de l'oeil. Florence* **1785. 2** *Vol.* **4.** Deutsch *Berlin* **1787.**

Jo. Dan. Metzger *Adversaria medica. Trajecti ad Viadr.* **1774. 2** *Vol.* **8.** Deutsch *Königsberg* **1796. 8.**

— — — *Opuscula anatomica et physiologica. Gothae et Amstel.* **1790. 8.**

— — — *Exercitationes academicae argumenti aut anatomici aut physiologici. Regiomonti* **1792. 8.** Deutsch *Königsberg* **1796.**

— — — *Annotationes argumenti physiologici. Regiomonti* **1792.**

Lazar. Spallanzani (geb. 1729, Prof. in Pavia gest. 1799) *Opuscoli di fisica animale e vegetabile. Modena* **1776. 2** *Vol.* **8.** *Trad. par Sénébier. Paris* **1787.**

Sie enthalten höchst schätzbare Abhandlungen über verschiedene Gegenstände der Physiologie. Spallanzani gehört unstreitig zu den ausgezeichnetsten Physiologen. Durch seine trefflichen Beobachtungen und Versuche über die Verdauung, den Kreislauf des Bluts, die Zeugung und das Athmen hat er sich bleibende Verdienste erworben. Seine Methode im Beobachten ist als ein Muster von Anwendung der Logik zu betrachten.

Ed. Sandifort (Prof. in Leiden) *Observationes anatomico-pathologicae. Lugd. Bat.* **1777. 3** *Vol.* **4.**

— — — *Opuscula anatomica. Lugd. Bat.* **1784. 4.**

Reich an guten Beiträgen zur Anatomie und Physiologie.

Digitized by Google

Leop. marc. Ant. Caldani (Prof. in Padua, gest. 1813) *Commentationes academicae praesertim anatomiam spectantes. Götting. et Lips.* 1779. 8.

G. Prochaska *Adnotationes academicae. Prag* 1780. 3 *Vol.* 8.

— — — *Opera minora. Viennae.* 1800. 2 *Vol.* 8.

Enthält schätzbare Untersuchungen über den Bau und die Lebens-Aeusserungen der Muskeln und der Nerven, über den Kreislauf des Bluts u. s. w.

Pet. Camper (geb. 1722, Prof. in Franecker, Amsterdam und Gröningen, gest. 1789) *Kleine Schriften aus dem Holländ. übers. Leipzig* 1782. 3 *B.* 8.

Hierin viele treffliche Abhandlungen.

Jac. Rezia *Specimen observationum anatomicarum et pathologicarum. Ticini* 1784. 8.

Guil. Hewsoni (geb. 1739, Arzt in London, gest. 1774) *Opus posthumum, sive rubrarum sanguinis particularum, et fabricae usu sque glandularum lymphaticarum, thymi et lienis. Lugd. Bat.* 1785. 8.

Ant. Scarpa (geb. 1750, Prof. in Pavia) *Annotationum Libri duo. Ticini* 1785. 4.

Darin treffliche Abhandlungen über den Bau und die Verrichtunder Nervenknoten, der Nerven der Nase u. s. w.

Jo. Fr. Blumenbach *Specimen physiologiae comparatae inter animantia calidi et frigidi sanguinis. Goetting.* 1787. 4.

— — — *Specimen physiologiae comparatae inter animalia calidi sanguinis vivipara et ovipara. Goetting.* 1789. 4.

Sehr schätzbar.

Mich. Rosa (Prof. in Pavia) *Lettre fisiologiche. Napoli* 1788. *ed.* 3. 2 *Vol.* 8.

Chr. Fr. Ludwig (geb. 1721, Prof. in Leipzig)) *Exercitationes academicae. Lips.* 1790. 8.

B. N. G. Schreger (geb. 1766, Prof. in Erlangen, gest. 1824) *Fragmenta anatomica et physiologica. Lips.* 1791. 4.

J. Hunter (geb. 1728, Arzt in London, gest. 1793) *Observations on certain parts of the animal oeconomy. London* 1786. 1792. 4. Deutsch *Braunschweig* 1802. 8.

Sehr originelle Untersuchungen und Beobachtungen enthaltend.

Ern. Platneri *Quaestionum physiologicarum Libri duo. Lips.* 1794. 8.

John Abernethy *Chirurgisch-physiologische Versuche übers. von Brandis. Leipzig* 1795. 2 *B.* 8.

Digitized by Google

John Abernethy *Medicinisch-chirurgische Beobachtungen.* A. d. Engl. *Halle* 1809. 8.

— — — *Physiological lectures exhibiting a general view of M. Hunters Physiology. London* 1817. 8.

Seb. Just. Brugmanns (geb. 1763, Prof. in Leyden, gest. 1819) *Quaestiones medici argumenti. Lugd. Bat.* 1796. 8.

Fr. Aug. Walter (geb. 1764) *Annotationes academicae. Berolin* 1796. 4.

Th. G. A. Roose (geb. 1771, Prof. in Braunschweig, gest. 1803) *Physiologische Untersuchungen. Braunschweig* 1796. 1818.

— — — *Anthropologische Briefe. Leipzig* 1803. 8.

Fr. Alex. von Humboldt (geb. 1769) *Versuche über die gereizte Muskel- und Nerven-Faser, nebst Vermuthungen über den chemischen Process des Lebens in der Thier- und Pflanzen-Welt. Posen und Berlin* 1797. 2 *B.* 8.

G. R. Treviranus *Physiologische Fragmente. Hannover* 1797. 2 *T.* 8.

G. R. und L. C. Treviranus *Vermischte Schriften anatomischen und physiologischen Inhalts. Goetting.* 1816. 4 *B.* 8. Sehr reichhaltig.

Hen. Aug. Wrisbergii *Commentationes medici, physiologici, anatomici et obstetricii argumenti. Goetting.* 1800. 8.

Xav. Bichat (geb. 1771, Prof. in Paris, gest. 1802) *Recherches sur la vie et la mort. Paris* 1800. 8. Ins Deutsche übersetzt von pfaff. *Kopenhagen* 1812. 8.

J. A. Albers (geb. 1774, Arzt in Bremen, gest. 1821) *Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Thiere. Bremen* 1802. 4.

K. A. Rudolphi *Anatomisch-physiologische Abhandlungen. Berlin* 1802. 8.

— — — *Bemerkungen aus dem Gebiete der Naturgeschichte, Medicin und Thierarzneikunde. Berlin* 1804. 2 *B.* 8.

— — — *Beiträge zur Anthropologie und allgemeinen Naturgeschichte. Berlin* 1812. 8.

Flor. Caldani *Opuscula anatomica. Patav.* 1803. 4.

J. P. V. Troxler *Versuche in der organischen Physik. Jena* 1804. 8.

Digitized by Google

Fel. Vicq-d'Azyr (geb. 1748, Prof. in Paris, gest. 1794) *Oeuvres. Paris* 1815. 6 *Vol.* 8.

W. A. Stuetz (geb. 1772, gest. 1806) *Schriften physiologischen und medicinischen Inhalts. Berlin* 1805. 8.

J. Munnicks *Observationes variae. Groning.* 1805. 4.

L. Oren und L. G. Kieser *Beiträge zur vergleichenden Zoologie, Anatomie und Physiologie. Bamberg und Würzburg* 1806. 4.

J. F. Meckel (geb. 1781, Prof. in Halle) *Abhandlungen aus der menschlichen und vergleichenden Anatomie und Physiologie. Halle* 1806. 8.

— — *Beiträge zur vergleichenden Anatomie. Leipzig* 1806. 2 *B.* 8.

Stef. Gallini *Nuovo saggio d'osservazioni fisiologiche. Padoua* 1807 8.

Ph. H. Nysten *Recherches de physiologie et de chimie pathologique. Paris* 1811.

Legallois *Expériences sur le principe de la vie, notamment sur celui des mouvemens du coeur et sur le siége de ce principe. Paris* 1812. 8.

Fr. P. Gruithuisen *Beyträge zur Physiognosie und Eautognosie. München* 1812. 8.

Coutanceau *Révision des nouvelles doctrines chimico-physiologiques. Paris* 1814. 8.

S. F. Burdach *Anatomische Untersuchungen bezogen auf Naturwissenschaft und Heilkunst. Leipzig* 1814. 4.

Jo. F. Ackermann *Sammlung seiner wichtigsten kleinen Schriften aus dem lat. Speier* 1816. 8.

Ad. W. Otto (Prof. in Breslau) *Seltene Beobachtungen zur Anatomie, Physiologie und Pathologie. Breslau* 1816. 1824. 4.

J. C. Reil (geb. 1759, Prof. in Halle und Berlin, gest. 1813) *Kleine Schriften. Halle* 1817. 8.

G. Wedemeyer *Physiologische Untersuchungen über das Nervensystem und die Respiration und deren Einfluss auf den menschlichen Organismus. Hannover* 1818. 8.

F. Nasse (Prof. in Halle und Bonn) *Untersuchungen zur Lebens-Naturlehre und zur Heilkunde. Halle* 1818. 8.

Digitized by Google

Lallemand *Observations pathologiques propres à éclairer plusieurs points de Physiologie. Paris* 1818. 8.

Th. de Bordeu (geb. 1722, Arzt in Montpellier und Paris, gest. 1776) *Oeuvres complètes par Richerand. Paris* 1818. 8.

B. A. Greve *Bruchstücke zur vergleichenden Anatomie und Physiologie. Oldenburg* 1818. 8.

G. M. de Felici *Osservazioni fisiologiche sopra le funzioni della milza, della vena porta, del fegato e dei pulmoni. Milano* 1818. 8.

A. P. Wilson Philip *An experimental inquiry into the laws of the vital functions, with some observations on the nature and treatment of internal diseases. London* 1818. 8. Deutsch *Stuttgart* 1822.

Fr. Tiedemann und Leop. Gmelin *Versuche über die Wege, auf welchen Substanzen aus dem Magen und Darmkanal ins Blut gelangen, über die Verrichtung der Milz und die geheimen Harnwege. Heidelberg* 1820. 8. Ins Franz. übers. von Heller. Paris 1821.

— — — *Die Verdauung nach Versuchen.* Heidelberg 1826. 2 *B.* in 4. Ins Franz. übers. von Jourdan. *Paris* 1826. 2 *Vol.* 8.

J. Carson *Physiological and practical Essays. Liverpool* 1822. 8.

Enthält Abhandlungen über die Elasticität der Lungen und die Leerheit der Arterien nach dem Tode.

Gerdy *Recherches, discussions et propositions d'anatomie, de physiologie et de pathologie. Paris* 1823.

Darin Abhandlungen über die Zunge, das Herz, den Blutumlauf und die Sprache.

Fr. Rosenthal (geb. 1779, Prof. in Greifswald) *Abhandlungen aus dem Gebiete der Anatomie, Physiologie und Pathologie. Berlin* 1824. 8.

P. V. Lund *Physiologische Resultate der Vivisectionen neuerer Zeit. Kopenhagen* 1825. 8.

V) Zeitschriften für Physiologie.

J. Ch. Reil *Archiv für die Physiologie. Halle* 1796. 12 *B.* 8.

J. F. Meckel *Deutsches Archiv für die Physiologie. Halle und Berlin* 1815. 8 *B.* 8.

— — — *Archiv für Anatomie und Physiologie. Leipzig* 1826. 2 *B.* 8.

Digitized by Google

Fr. Magendie *Journal de Physiologie expérimentale. Paris* 1821. 6 *Vol.* 8.

Fr. Tiedemann, Gottfried Reinhold und Ludolf Christian Treviranus *Zeitschrift für Physiologie, oder Untersuchungen über die Natur des Menschen, der Thiere und der Pflanzen. Heidelberg und Darmstadt* 1825. 3 *B.* 4.

C. F. Heusinger *Zeitschrift für die organische Physik. Eisenach* 1827. 8.

Digitized by Google

Erstes Buch.

Vergleichung
der
lebenden mit den leblosen Körpern.

Digitized by Google

Digitized by Google

Erstes Buch.

Vergleichung der lebenden mit den leblosen Körpern.

G. E. Stahl De organismi et mechanismi diversitate. Halae 1706. 4. Theor. medic. ver.

R. Bradley Philosophical account of the works of nature. London 1721. 4.

Buffon Comparaison des animaux, des végétaux et des minéraux; in Histoire naturelle. Paris 1749. 4. T. 2. p. 1.

Ch. Bonnet Considérations sur les corps organisés. Amsterdam 1762. 2 V. 8.

J. B. Robinet Considérations philosophiques de la gradation naturelle des formes de l'être. Amsterdam 1768. 8.

Vicq-d'Azyr Exposition des caractères qui distinguent les corps vivans; in Discours sur l'Anatomie. Oeuvres T. 4. p. 229.

De la Méthérie Considérations sur les êtres organisés. Paris An 13. 8.

A. Sniadezki Theorie der organischen Wesen; aus dem Polnischen übers. von Neubig. Nürnberg 1828. 8.

C. G. Carus Von den Naturreichen, ihrem Leben und ihrer Verwandtschaft; in der Zeitschrift für Natur und Heilkunde, herausgegeben von den Prof. d. chir. medic. Akademie in Dresden. B. 1. S. 1.

§. 1.

Die sinnlich wahrnehmbaren, in ihrer Vereinigung und Wechsel-Wirkung, die Natur [1] darstellenden Gegenstände sind theils grössere, in sich abgeschlossene, im Weltraum schwebende Massen, die Himmelskörper, theils sind es nur Theile oder Bruchstücke eines solchen Himmelskörpers, wie die unseren Planeten zusammensetzenden Körper. Das Daseyn jener erkennen wir an einer, von denselben ausgehenden, unser Auge treffenden Wirkung, die man

Digitized by Google

Licht nennt. Das Vorhandenseyn der übrigen Körper nehmen wir an zwei ihrer allgemeinsten Eigenschaften, der Ausdehnung und Undurchdringlichkeit, wahr. Wenn wir die Körper unseres Planeten nach ihren materiellen Eigenschafteu, ihren Kraft-Aeusserungen, und den Veränderungen, welche sie in der Zeit und im Raume darbieten, abtheilen, so zerfallen sie zunächst in zwei grosse, scharf abgegränzte Gruppen, die unorganischen oder leblosen und die organischen oder lebenden Körper. Erstere sind die Fossilien oder Mineralien, die tropfbar flüssigen Körper und die Luftarten [2]; letztere sind die Gewächse und Thiere [3].

1 Das Wort Natur wird in verschiedener Bedeutung gebraucht. Zunächst bezeichnet man dadurch die den Körpern zukommenden Eigenschaften im Gegensatze zu denen, welche sie durch die Kunst erhalten haben. Unter der Natur eines Dings versteht man ferner, dass seine Eigenschaften und der Wechsel seiner Zustände nach Gesetzen bestimmt sind. Das Wort Natur bedeutet auch den Inbegriff aller sinnlich wahrnehmbaren Gegenstände, oder die Welt, als die Summe aller einzelnen Dinge. Durch die Sinne aufgefasst erscheint uns die Natur als ein Chaos der vielartigsten und mannigfaltigsten Körper und Erscheinungen. Mit diesem Worte belegen wir ausserdem das Ganze der sinnlichen Wahrnehmungen, in so fern darin Einheit, Uebereinstimmung, Wechselwirkung und Gesetzmässigkeit als herrschend erkannt werden, und die Eigenschaften und wechselnden Zustände der Dinge und ihre Erscheinungen durch Gesetze nothwendig bestimmt und durch einander bedingt sind. Diese Kenntniss ist das Werk des Verstandes, welcher die Erscheinungen der Welt sondert und ordnet, ihre ursächlichen Verhältnisse erspäht und ihre wechselseitige Abhängigkeit und ihr Bedingtseyn durch einander erkennt. Endlich bezeichnet man durch das Wort Natur die erste oder oberste Grund- oder End-Ursache aller Dinge und Erscheinungen in der Welt, aus welcher alles hervorgegangen und durch welche alles ist. Die Vorstellung einer obersten Ursache im Welt-All ist das Werk der Vernunft, die alles in der Natur durch ewige und unabhändeliche Gesetze bestimmt sieht, deren Zweckmässigkeit sie als der Vernunft gemäss erkennt. Die im Weltgebäude herrschende Einheit und Harmonie, und die in demselben durch die Vernunft erkannten Beziehungen der unzähligen Weltkörper, (von denen der Mensch im Grunde nur einige Bruchstücke genauer kennen lernt) auf einen Zweck, die Erhaltung des Ganzen, beweisen, dass es nur eine Endursache in demselben geben könne. Die Vernunft, welche durch sich genöthigt ist, die Natur als ein in sich geschlos-

Digitized by Google

senes Ganzes anzuerkennen, welches Ursache und Wirkung von sich selbst ist, stellt sich das Erhaltende, Schaffende in dem Weltall, als das Unbedingte, als Weltseele, als Gott vor. Die die Idee von Gott erzeugende Vernunft ist sehr geneigt sich selbst zu vergöttern, und sich der herrschenden Vernunft im Weltall ähnlich oder gleich zu setzen. Nach unserem Bedünken aber verhält sich die Vernunft, selbst des tiefsten Metaphysikers, zu der göttlichen Vernunft kaum wie das Leuchten des Johannis-Würmchens zu dem der Sonne.

Obgleich die Vernunft den Naturforscher zur Annahme einer herrschenden Natureinheit leitet, und ihr Bestreben dahin gerichtet ist, alle Kenntnisse über die Natur und ihre Erscheinungen auf Ein erstes und oberstes Princip zurückzuführen, und daraus zu erklären; so ist doch bis jetzt jeder Versuch der Metaphysik eine vollständige Erkenntniss der Natur aus Vernunft-Ideen zu geben, missglückt. Wollten wir die Natur, ihre Erscheinungen und Ursachen, und die in derselben herrschende Einheit vollständig auffassen, so müssten wir sie mit dem Auge der Allwissenheit, in ihren ersten Bestandtheilen und Urkräften übersehen können; dann erst hätten wir eine Wissenschaft der Welt, eine Kosmologie, worin wir das Mannigfache und Verschiedenartige aus einer höchsten, allumfassenden Vernunft-Idee herleiteten. Da aber unser Empfindungs- und Wahrnehmungs-Vermögen beschränkt ist; so sieht sich der besonnene Naturforscher in diesem kühnen Auffluge gehemmt, und er ist genöthigt an der Hand der Erfahrung fortzuwandeln, um langsam an der Leiter der Thatsachen aufwärts zu steigen, so weit es diese gestatten. Der Naturforscher überlässt also die Lösung jener Aufgabe dem Metaphysiker, und strebt nach der Begründung und Aufführung einer Erfahrungs-Wissenschaft über die Natur und ihre Reiche. Beobachtungen und Erfahrungen liefern ihm die Materialien hierzu, die er durch die Thätigkeit seines Geistes bearbeitet, für die er die Principien sucht und zu einer rationellen empirischen Wissenschaft verbindet.

2) Die Frage, ob die unwägbaren Materien, das Licht, die Wärme, die Electricität und der Magnetismus für sich bestehende Materien feiner Art, oder als blosse Thätigkeits-Aeusserungen wägbarer Materien zu betrachten seien, hat die Physik noch nicht entschieden. Vielleicht sind jene Imponderabilien, wie einige Physiker meinen, nur blosse Erscheinungen, welche die palpable, sperrbare oder ponderabele Materie, unter gewissen Umständen, gleich dem Schalle, hervorbringt.

3) Selbst Bonnet, der eifrigste Vertheidiger einer natürlichen Stufenleiter der Körper, räumt einen solchen Unterschied ein, indem er sagt (a. a. O. Ch. 12. §. 209): *Si le polype nous montre le passage du Végétal à l'Animal, d'un autre côté nous ne découvrons pas celui du Minéral au Végétal. Ici la Nature nous semble faire un saut; la gradation est pour nous interrompue, car l'organisation*

Digitized by Google

apparente de quelques pierres et des crystallisations ne répond que très-imparfaitement à celle des plantes.

Einige Naturforscher haben jedoch eine Verschiedenheit zwischen organischen und unorganischen Körpern verworfen; so Robinet a. a. O. und in seinem *Traité de la nature T.* 4. Auch A. F. Schweigger (Handbuch der Naturgeschichte der skelettlosen ungegliederten Thiere. Leipzig 1820. S. 26) nimmt einen Uebergang der unorganischen Körper in organische an. Er meint, das Thierreich gehe durch die Lithophyten und Nulliporen in das unorganische Reich über, und er sieht den Kalk als ein solches Verbindungsglied an. Dagegen lässt sich aber einwenden, dass der in den Lithophyten vorkommende Kalk immer von einer organischen Materie, einer gallertartigen Masse, durchzogen ist, und die Verbindung der Kalktheilchen zu einem Korallenstock durch Polypen zu Stande gebracht wird.

§. 2.

Die in zwei grosse Abtheilungen oder Reiche, das Gewächs- und Thier-Reich, zerfallenden organischen Körper, gränzen nicht auf die Weise an einander, dass die im Bau am meisten zusammengesetzten Pflanzen sich an die einfachsten Thiere anreihen, und einen Uebergang zu diesen bilden, wie einige Naturforscher, Buffon [1], Bonnet, Sulzer u. a. angenommen haben. Vielmehr sind sich die einfachsten Gewächse, die Cryptogamen, namentlich die Algen, Conferven, Ulven, Tremellen u. a., und die einfachsten Thiere, die Zoophyten, Infusorien und Polypen, nach Linné's und anderer Naturforscher Bemerkungen, am nächsten verwandt. Beide Reiche stehen sich in ihren einfachsten Formen so nahe, dass sich bei manchen derselben, wenigstens für jetzt, noch nicht mit Bestimmtheit angeben lässt, ob sie Gewächse oder Thiere sind. So streiten die Naturkundigen noch über die Natur der Spongien [2], Corallinen [3], Oscillatorien [4] u. a. Ja es scheint fast, als ob die einfachsten Pflanzen- und Thier-Formen unter gewissen Verhältnissen in einander übergehen oder die Form wechseln können. Conferven lösen sich in Infusorien auf, Infusorien vereinigen sich zu Conferven [5].

1) *Hist. naturelle T.* 2. *p.* 8. *L'examen nous conduit à reconnaitre qu'il n'y a aucune différence absolument essentielle et générale entre les animaux et les végétaux, mais la nature descend par dégrés et par nuances imperceptibles d'un animal qui nous paroit le plus parfait à celui qui l'est le moins, et de celui-ci au végé-

Digitized by Google

tal. Le polype d'eau douce sera; si l'on veut, le dernier des animaux et la première des plantes.

2) Die Spongien wurden von Belon, Imperati, Nuremberg, peyssonel, Trembley, Ellis, Solander, Linné, Brugière, Lamarck, Bosc, Lamouroux, Cuvier, Schweigger, Grant u. a. zu den Thieren gezählt, während sie Bauhin, Ray, Tournefort, Morrison, Seba, Forskael, Targioni-Tozetti, Spallanzani, Gray u. a. für Gewächse hielten.

3) Dem *Genus Corallina* Linné's nahe verwandt sind die Penicillen, sowie die Halymeden, Galaxauren, Lyagoren Lamouroux's und die Flabellarien und Polyphysen Lamark's.

4) Girod de Chantran (*Recherches chymiques et microscopiques sur les Conferves, Bisses, Tremelles. Paris* 1802) sieht die Conferven, Tremellen und Byssus-Arten für Polypen an, welche von anderen Naturforschern zu den Pflanzen gezählt werden. Nach G. R. Treviranus (Vermischte Schriften B. 1. S, 165) kommen die oscillatorischen Conferven, z. B. *Conferva limosa, muralis* u. a., die in ihrer Gestalt und ihren Bewegungen den Pflanzenthieren so nahe stehen, in ihrer grünen Farbe und der Eigenschaft im Sonnenlicht Sauerstoffgas zu exhaliren, aber ganz vegetabilischer Natur sind, in der Fortpflanzung durch Theilung, Sprossen, Knospen und Keimkörner sowohl mit den Zoophyten als Gewächsen überein.

Bory de Saint Vincent (*Essai monographique sur les oscillaires. Paris* 1827) hat sie neuerlichst unter dem Namen *Psychodiaires* als ein besonderes Reich von lebenden Körpern aufgestellt. Zu den organischen Körpern, deren Natur noch zweifelhaft ist, gehören die Nostochs Vaucher's und die Diatomen Fries.

5) So will Ingenhouss (*Miscellanea physico-medica. ed. Scherer. Vienn.* 1795.) beobachtet haben, dass Priestleyische grüne Materie sich aus der Vereinigung von Infusorien bildete, und wieder in Infusorien zerfiel. Diese Erfahrung bestätigten G. R. Treviranus (Biologie B. 2. S. 338. 344. 350) und Trentepohl's (roth's botanische Bemerkungen. Leipzig 1807. S. 180.) Auch Girod de Chanbran beobachtete die Bildung der Conferven und Ulven aus Infusorien, und deren Wieder-Auflösung in diese. Bory de Saint Vincent hat ferner dargethan, dass viele Conferven sich während des Sommers auflösen, und dass die in ihrem Inneren wahrnehmbaren Küchelchen Infusionsthiere werden, die sich wieder zu neuen Conferven vereinigen können. Eine ähnliche Beobachtung hat Gaillon mit einer Art See-Conferven gemacht, die zum Geschlechte *Ceromion* von Decandolle gehört; Dellwyn hat sie als Conferva comoides beschrieben. Die Faden dieser Conferve lösten sich in Infusorien auf, die den Encheliden, Cyclidien und anderen Infusionsthieren Mueller's gleichen. Auch Edwards beobachtete neuerlich bei seinen Versuchen mit Infusorien, dass sie sich zu vegetabilischen Formen vereinigen und wieder tren-

Digitized by Google

nen können. Dagegen hat zwar Turpin Einwürfe gemacht, die indess obige Beobachtungen nicht widerlegen.

Die Bewegungen mancher Infusorien erfolgen sehr langsam und sie reihen sich in vegetabilischer Form an einander, und zwar in Gestalt von Conferven. Dies leitet fast auf einen Unterschied zwischen thierischen Infusorien oder Anfängen thierischer Bildungen und pflanzenartiger Infusorien oder Anfängen vegetabilischer Formationen. Infusionsthiere scheinen sich oft in solchem Grade verwandt zu seyn, dass sie sich generisch nicht mit Sicherheit trennen lassen. Auf diese Erscheinung hat Nitzsch (Beiträge zur Infusorienkunde oder Naturgeschichte der Zerkarien und Bacillarien. Halle 1817) aufmerksam gemacht. Nach ihm sollen *Bacillaria pectinalis*, *viridis* und andere von ihm beschriebene Arten sich ganz wie Pflanzen verhalten, aber dennoch durch kein generisches Merkmal von *Bacillaria palea* und *fulva* getrennt werden können, die in ihren Bewegungen völlig Thieren gleichen und sich genau an die vorhergehenden anschliessen.

§. 3.

Die zwischen den einfachsten oder niedersten Thieren und Pflanzen obwaltende grosse Aehnlichkeit, die schon Aristoteles [1] kannte, hat mehrere Naturforscher, Buffon, Bonnet [2], Pallas [3], E. Darwin [4], Smellie [5], Mirbel [6] u. a. bewogen, keinen wesentlichen Unterschied zwischen Thieren und Gewächsen anzunehmen. G. R. Treviranus stellte daher die Cryptogamen und Zoophyten als ein Mittelreich zwischen Pflanzen und Thieren auf. Wenn sich gleich einige der einfachsten Formen der lebenden Körper so ähnlich sind, dass wir uns gegenwärtig ausser Stand befinden, hinlängliche Kennzeichen von dem Baue und den Lebens-Aeusserungen zu entnehmen, um zu entscheiden, ob sie Gewächse oder Thiere sind; so berechtigt uns dies dennoch nicht, einen Unterschied zwischen Pflanzen und Thieren überhaupt gar nicht zu statuiren. Je mehr wir uns nämlich von den einfachsten zu den zusammengesetzteren Formen der Gewächse und Thiere erheben, um so mehr und um so bestimmter treten Unterschiede in dem Baue und den Lebens-Aeusserungen hervor. Von den Cryptogamen und Zoophyten läuft das Pflanzen- und Thier-Reich nach entgegengesetzten Richtungen auseinander und geht in combinirtere Formen über. An die Cryptogamen Linné's oder die Akotyledonen Jussieu's [7], die Algen *(Algae)*, die Pilze *(Fungi)*, die Flechten *(Lichenes)*, die Lebermoose *(Hepa-*

Digitized by Google

ticae) und die Laubmoose *(Musci)*, reihen sich die Farrenkräuter *(Filices)*, Lycopodien *(Lycopodieae)* u. s. w. Dann folgen die Phanerogamen nnd zwar die Monocotyledonen [6], die Arums *(Aroideae)*, Rohrkolben *(Typhae)*, Binsengräser *(Cyperoideae)*, Gräser *(Gramineae)*, Palmen *(Palmae)*, Spargelgewächse *(Asparagi)*, Lilien *(Liliaceae)*, Ananas *(Bromeliae)*, Narcissen *(Narcissi)*, Tulpen *(Tulipaceae)*, Iris *(Irides)*, Musen *(Musae)*, Cannen *(Cannae)*, Orchis *(Orchideae)* u. a. Hierauf endlich kommen die Dikotyledonen mit ihren zahlreichen Abtheilungen, namentlich:

I. die mit unvollständigen Blüthen *(Apetalae)*, die Familie der Zapfenbäume *(Coniferae)*, Kätzchenbäume *(Amentaceae)*, die Lorbeeren *(Laurineae)*, die Euphorbien *(Euphorbicae)* u. s. w.

II. Die mit einblättriger Blumenkrone *(Monopetalae)*, die Familie der Lippen-Pflanzen *(Labiatae)*, Winden *(Convolvuli)*, Nachtschatten *(Solaneae)*, Glockenblumen *(Campanulaceae)*, Heiden *(Ericae)* u. s. w.

III. Die mit vielblättriger Blumenkrone *(Polypetalae)*, die Familien der Doldenpflanzen *(Umbelliferae)*, der Ranunkeln *(Ranunculaceae)*, der mohnartigen Gewächse *(Papaveraceae)*, Malven *(Malvaceae)*, Hülsenpflanzen *(Leguminosae)*, Rosen *(Rosaceae)* u. s. w.

Im Thierreiche folgen auf die Zoophyten, wozu die Infusorien, Polypen, Acalephen, Eingeweidewürmer und Echinodermen gezählt werden, die Abtheilungen der Weichthiere oder Mollusken, dann die der Gliederthiere, die Ringwürmer, Insekten, Spinnen und Krebse, und endlich die Abtheilung der Wirbelthiere, die Fische, Amphibien, Vögel und Säugethiere. Auf der höchsten Stufe der Organisation in der Klasse der Säugethiere endlich steht der Mensch.

1) *Histor. animal. Lib.* 5. *C.* 1.
2) *Contemplation de la nature, Oeuvres T.* 10. *p.* 514.
3) *Elenchus zoophytorum p.* 23.
4) *Phytonomia.*
5) *Philosophie der Naturgeschichte B.* 1. *S.* 3.
6) *Elémens de Physiologie végétale. P.* 1. p. 171.
7) Richard nannte sie *Exembryonatae*, Lamarck *Plantes Agames*, Link *Homonemeae*, De Candolle Zellengewächse, Schultz holzlose Gewächse *(Plantae axylinae)*.

Digitized by Google

8) *Embryonatae* nach Richard, *Phaenogames* nach Lamarck, *Heteronemeae* nach Linck, Gefäss-Pflanzen nach Decandolle, Holzpflanzen (*Plantae xylinae*) nach Schultz.

§. 4.

Um die allgemeinen Erscheinungen und Eigenschaften der organischen oder lebenden Körper hervorzuheben, wollen wir sie mit den unorganischen oder leblosen Körpern vergleichen, und zwar hinsichtlich ihrer Mischung, ihrer äusseren Gestaltung und inneren Zusammenfügung, ihrer Thätigkeits- oder Kraft-Aeusserungen, und ihres Entstehens und Vergehens. Hierbei werden ihre Aehnlichkeiten und Verschiedenheiten hervortreten, und es wird sich ergeben, ob wir berechtigt sind, den lebenden Körpern besondere, ihnen ausschliessend zukommende Eigenschaften zuzuschreiben.

Digitized by Google

Erster Abschnitt.

Vergleichung der materiellen Zusammensetzung der organischen und unorganischen Körper.

Erstes Kapitel.

Von der Mischung.

G. E. Stahl de mixti et vivi corporis vera diversitate; in Theoria medica vera p. 65.

J. Berzelius Versuch, die bestimmten und einfachen Verhältnisse aufzufinden, nach welchen die Bestandtheile der organischen Natur mit einander verbunden sind, in Hisinger och Berzelius Afhandlingar i Fysik, Kemi och Mineralogi. T. 3. Stockholm 1810. Auch in Thomsons Annales of philosophy. T. 4. p. 323. 401. T. 5. p. 93. 174. 360.

— — — Lehrbuch der Chemie. Aus dem Schwed. übersetzt von Woehler. Dresden 1827. B. 3. Abth. 1. S. 135.

Gay-Lussac et Thénard Méthode pour déterminer la proportion des principes qui constituent les substances végétales et animales; in Recherches physico-chimiques. Paris 1811. T. 2. p. 265.

A. Ure On the ultimate Analysis of vegetable and animal substances; in Philos. Transact. for the Year 1822. P. 2.

John Patten Emmet On the Chemistry of animated matter. New-York 1822. 8.

E. Chevreul Considérations générales sur l'analyse organique et sur ses applications. Paris 1824.

Robinet Essay sur l'affinité organique. Paris 1826. 8.

Digitized by Google

§. 5.

Alle organischen Körper sind, gleich den meisten unorganischen, aus einfachen Materien in verschiedenartigen Verbindungen zusammengesetzt, in die sie sich durch chemische Operationen trennen lassen. Bei einer Vergleichung der Mischung jener beiden Gruppen von Körpern ergeben sich jedoch wichtige Verschiedenheiten. Zuvörderst nehmen wir wahr, dass die organischen Körper dem grössten Theile nach aus Verbindungen eigenthümlicher Art bestehen, worauf man bei der chemischen Analyse von Gewächsen und Thieren zunächst stösst. Dahin gehören in Pflanzen: das Stärkemehl, das vegetabilische Eyweiss, der Kleber, das Gummi, der Zucker u. a.; in Thieren das thierische Eyweiss, der Faserstoff, die Gallerte, der Schleim u. a. Diese Materien nennen die Chemiker die näheren oder eigenthümlichen Bestandtheile der organischen Körper, oder die einfachen organischen Verbindungen [1]. Man kann ihnen den Namen der organischen oder lebensfähigen Materien beilegen, weil sie die wesentlichen Bestandtheile der organischen Körper ausmachen, und die Erscheinungen des Lebens nur an solchen Körpern wahrgenommen werden, die aus jenen Materien zusammengesetzt sind.

1) Die französischen Chemiker nennen sie *les principes immédiats organiques.*

§. 6.

Werden die näheren oder die eigenthümlichen Bestandtheile der organischen Körper einer weiteren chemischen Analyse unterworfen, so erhält man die entfernten oder die einfachen Stoffe, welche die Chemie bis jetzt nicht weiter zu zerlegen im Stande ist, und die daher Elemente oder Grundstoffe genannt werden. Die wägbaren entfernten Bestandtheile der organischen Körper sind:

A) Nicht metallische Stoffe, nämlich 1) Sauerstoff, 2) Wasserstoff, 3) Kohlenstoff, 4) Stickstoff, 5) Phosphor, 6) Schwefel, 7) Jod, 8) Brom, 9) Chlor und 10) Fluor.

B) Metallische Stoffe:

a) Alkali-Metalle, 11) Kalium, 12) Natrium und 13) Calcium;

Digitized by Google

b) Erd-Metalle, 14) Magnium, 15) Silicium und 16) Alumium;

c) schwere Metalle, 17) Eisen, 18) Mangan oder Braunstein-Metall und 19) Kupfer.

Von unwägbaren Materien endlich kommen in den organischen Körpern unter gewissen Verhältnissen vor: Licht, Wärme und Electricität.

Alle diese Grundstoffe finden sich auch in den unorganischen Körpern. Hinsichtlich der Elementar-Stoffe bieten also die organischen Körper keinen Unterschied von den unorganischen dar. Was aber die Zahl der in die organischen Verbindungen eingehenden Grundstoffe und die Art ihrer Combination anlangt, so nehmen wir bedeutende Verschiedenheiten wahr.

§. 7.

Die Anzahl der in die Zusammensetzung des organischen und unorganischen Reichs überhaupt eingehenden Grundstoffe ist in ersterem bei weitem geringer als in letzterem. In den organischen Körpern sind, so weit bis jetzt die chemischen Forschungen reichen, die Imponderabilien abgerechnet, nur jene aufgezählten neunzehn Elementar-Stoffe nachgewiesen[1], während in den unorganischen Körpern bereits zwei und fünfzig aufgefunden wurden. Es kommen also nicht alle von der Chemie als einfach betrachteten Elemente in der organischen Mischung vor, sondern es findet sich nur eine geringe Anzahl derselben. Unter diesen sind der Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff, in den mannigfaltigsten quantitativen Verhältnissen, die Hauptbestandtheile der den lebenden Körpern eigenthümlichen Materien. Die übrigen sind nur in Vergleichung mit jenen in geringer Menge vorhanden.

1) Ueber das Vorkommen einiger anderen einfachen Stoffe in den organischen Körpern sind die Meinungen der Chemiker getheilt. So will Becchen in der Asche der *Tamarinden* Gold gefunden haben.

§. 8.

Obgleich nur eine geringe Anzahl von Grundstoffen in den organischen Körpern überhaupt vorkommt, so ist die

Digitized by Google

Mischung eines lebenden Körpers, einer Pflanze oder eines Thieres, dennoch bei weitem mehr zusammengesetzt als die eines unorganischen Körpers. Abgesehen, dass in einem und demselben Gewächs oder Thiere, in seinen verschiedenen Theilen, meistens höchst verschiedene Arten von Mischungen zugleich neben einander vorhanden sind, bemerken wir: dass alle organische Verbindungen oder organische Materien, aus drei, vier oder mehreren Elementarstoffen bestehen. Es sind in diesen wenigstens drei Grundstoffe unmittelbar vereinigt, ohne zuvor eine binäre Verbindung gebildet zu haben. Der Pflanzenschleim, der Zucker und das Stärkemehl bestehen aus Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff. Der Kleber, der Eyweissstoff, der Faserstoff, der thierische Schleim, der Kässtoff u. a. dagegen enthalten ausser diesen Elementen noch Stickstoff. Aus der ternären oder quaternären Vereinigung dieser Grundstoffe, in höchst verschiedenen quantitativen Verhältnissen, sind die mannigfaltigen einfachen organischen Verbindungen zusammengesetzt, wie sich aus den von Thénard, Gay-Lussac, Berzelus, Prout, Thomson, Bérard, Th. von Saussure, Ure u. a. angestellten Untersuchungen sattsam ergeben hat.

Alle unorganischen Verbindungen dagegen sind, wie Berzelius gezeigt hat, bloss als binäre zu betrachten, das heisst als solche, die entweder nur aus zwei Grundstoffen zusammengesetzt sind oder die aus der Vereinigung zweier einfachen binären Verbindungen mit einander, oder einer binären Verbindung mit einem einfachen Stoff u. s. w. bestehen. So stellt der Sauerstoff mit dem Wasserstoff das Wasser dar; mit dem Stickstoff, dem Schwefel, dem Phosphor, dem Kohlenstoff bildet er Salpetersäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure, Kohlensäure; in Verbindung mit dem Calcium, Natrium und Kalium stellt er Kalk, Natron und Kali dar. Das Chlor mit dem Wasserstoff bildet Salzsäure. Stickstoff und Wasserstoff stellen Ammoniak dar. Dies sind also blosse binäre Verbindungen. Die Salze sind doppelt binäre Verbindungen.

Offenbar hat also die Natur in den organischen Körpern eine zusammengesetztere Mischung ausgeübt als in den unorganischen Körpern, wie schon Kielmeyer treffend in seinen Vorträgen über die allgemeine Zoologie bemerkt hat.

Digitized by Google

§. 9.

Die mehrfach zusammengesetzten organischen Verbindungen können zwar durch chemische Operationen, besonders durch die Wirkung des Feuers, in die Elementarstoffe zerlegt werden; der Chemiker vermag sie aber nicht, so weit bis jetzt die Versuche reichen, gleich den unorganischen Verbindungen, aus einfachen Stoffen wieder herzustellen[1]. Zucker, Stärkemehl, Gummi, Kleber, Faserstoff, Eyweissstoff u. a. sind durch chemische Vorgänge in ihre Grundstoffe aufgelöst worden; keinem Chemiker ist es aber bis jetzt geglückt, sie wieder zusammenzusetzen. Auf gleiche Weise verhält es sich mit allen flüssigen und festen Theilen der lebenden Körper. Wir sind daher bei dem gegenwärtigen Stande der Chemie zu der Annahme berechtigt, die Mischung der organischen Körper nicht als blosse Wirkung der Wahlverwandschaft anzusehen; sondern sie sind vielmehr als durch Kräfte bedingt zu betrachten, die diesen Körpern eigenthümlich sind, und durch welche die chemischen Affinitäten beherrscht werden.

1) Einige Chemiker wollen zwar organische Verbindungen aus unorganischen durch die Kunst erzeugt haben, was aber zum Theil zu bezweifeln ist. So gibt Bérard (*Ann. d. Chymie et de phys. T.* 5. *p.* 297) an, er habe etwas krystallinisches Fett erhalten, da er 1 Maass kohlensaures Gas, 10 Maass Oelgas und 20 Wasserstoffgas durch eine glühende Röhre geleitet hatte. Sehr wahrscheinlich war hier die dem Fette ähnliche Substanz im Oelgas, das er aus Alkohol erhalten hatte, aufgelöst gewesen.

Doebereiner (Oken's Isis 1817. Heft 5. S. 576) erhielt eine verdampfbare, nach Fett schmeckende und im Wasser lösliche Materie, da er in einer eisernen Röhre Wasserdampf über glühende Kohlen geleitet hatte. Dagegen aber lässt sich einwenden, dass die Kohle als eine organische Verbindung anzusehen ist. Ferner endlich haben Bérard und Trommsdorff (Neues Journal für Pharmacie B. 2. St. 2. S. 203.) die jenen Versuch wiederholten, nicht dasselbe Resultat erhalten.

Wir kennen nur zwei organische Verbindungen der einfachen Art, die Sauerkleesäure und den Harnstoff, welche von Wœhler (Poggendorf Annal. der Physik B. 3. S. 177.) zuerst künstlich erzeugt worden sind.

Wenn es jenen Chemikern wirklich gelungen ist, aus völlig unorganischen Stoffen einige Verbindungen hervorzubringen, worin die

Digitized by Google

Elemente nach Art der organischen Verbindungen vereinigt sind, so sind diese doch nur solche, welche auf der äussersten Gränze zwischen organischen und unorganischen Zusammensetzungen stehen.

Berzelius (Chemie B. 3. Abth. 1. S. 147) äussert sich hierüber also: Wenn wir auch in Zukunft mehrere solche Producte aus reinen unorganischen Materien und von einer mit den organischen Productionen analogen Zusammensetzung entdecken sollten; so ist doch diese unvollständige Nachahmung immer zu unbedeutend, als dass wir jemals zu hoffen wagen könnten, organische Stoffe künstlich hervorzubringen, und wie es in den meisten Fällen in der unorganischen Natur glückt, die Analyse durch die Synthese zu bestätigen.

§. 10.

Zwischen den organischen und unorganischen Körpern findet in Betreff der Art der Verbindung der Materien, woraus sie zusammengesetzt sind, die Verschiedenheit statt, dass erstere eine bei weitem grössere Neigung zeigen, Veränderungen und Zersetzungen zu erleiden, als letztere. Die einfacheren, meist binären oder doppelt binären Verbindungen der leblosen Körper sind inniger, fixer, und ihre Grundstoffe stehen zu einander in einer stärkeren Wahlanziehung als in den organischen Materien, wie Chevreul dargethan hat. Sie stellen grösstentheils wahrhaft verbrannte feste Körper dar, die der Zersetzung durch die Luft stärker widerstehen. Die ternären, quaternären und oft noch mehr zusammengesetzten organischen Verbindungen dagegen sind weniger fest, nicht so innig, sie werden durch weniger starke Wahlanziehung verbunden, und erscheinen daher beweglicher und veränderlicher, weil die Sättigung selten vollständig ist. Das comburirende Princip, der Sauerstoff, ist in ihnen nicht in hinreichender Menge vorhanden, um ihre combustibelen Elementarstoffe zu sättigen und zu verhindern, dass sie nicht durch andere Affinitäten angezogen werden. Alle organische Verbindungen sind daher brennbar, indem sie nicht so viel Sauerstoff enthalten, als zur Sättigung des Kohlenstoffs und Wasserstoffs erforderlich ist. Beim Zutritt der Luft und gehörig erhitzt, verbrennen sie; jetzt nehmen sie soviel Sauerstoff auf, als zur Sättigung des Kohlen- und Wasser-Stoffs nothwendig ist.

Digitized by Google

§. 11.

Da das Bestreben der Grundstoffe, binäre Verbindungen zu bilden, grösser ist, als das in ternären und quaternären zu beharren; so äussert sich in den organischen Verbindungen eine fortdauernde Neigung, in binäre überzugehen. Während in den unorganischen Körpern ein gewisser Zustand der vollkommenen Ausgleichung ihrer Elementarstoffe vorhanden ist, zeigen ihre Bestandtheile ein geringes Bestreben, sich mit den sie umgebenden Materien auf eine andere Weise zu verbinden. Anders verhält es sich mit den zusammengesetzteren, durch weniger starke Affinitäten zusammengehaltenen organischen Verbindungen, diese sind fortdauernd geneigt sich zu zersetzen. Sie bestehen grösstentheils aus Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff, von denen die drei ersteren im freien Zustande gasförmig sind, und sich bestreben, die feste Form zu verlassen, eine Neigung, welche durch die Wirkung der äusseren, so wie durch die eigene Wärme der lebenden Körper noch vermehrt wird. Vermöge der nahen Affinität des Sauerstoffs zum Wasserstoff und Kohlenstoff verbindet er sich leicht mit ersterem zu Wasser, mit letzterem zu Kohlensäure. Der eine grosse Affinität zum Wasserstoff habende Stickstoff vereinigt sich leicht mit diesem zu Ammoniak. Da ferner der Kohlenstoff nnd Wasserstoff in den organischen Verbindungen nicht soviel Sauerstoff findet, um Kohlensäure und Wasser zu bilden, so zeigen sie ein Bestreben, Sauerstoff aus der Atmosphäre anzuziehen. Aus diesen Verhältnissen resultirt die bekannte Erscheinung, dass Thiere und Gewächse eine grosse Neigung haben, sich zu zersetzen; indem ihre Elemente ein fortdauerndes Bestreben zeigen, in binäre Verbindungen einzugehen, und einen Zustand zu verlassen, in dem sie durch die in den lebenden Körpern sich wirksam äussernden Kräfte erhalten werden. Unter dem Einflusse der Luft finden in den lebenden Körpern die merkwürdigen Veränderungen statt, wodurch die beweglichen Elementarstoffe der aufgenommenen und verflüssigten Nahrungsmittel, durch Ausscheidung von Materien aus diesen und durch Anziehung von Bestandtheilen der Luft in ihren quantita-

Digitized by Google

tiven Verhältnissen zu einander abgeändert werden, welche man mit dem Namen des Athmens belegt. Durch die Thätigkeits-Ausserungen der organischen Körper selbst werden die höchst veränderlichen und wandelbaren zusammengesetzten organischen Materien fortdauernd verändert, und gehen mit Abänderung der quantitativen Verhältnisse ihrer Elementarstoffe bald in zusammengesetztere bald in einfachere über; so dass vegetabilische Verbindungen thierische, und diese wieder vegetabilische werden können.

§. 12.

Hinsichlich des Verhältnisses der Mischung zur äussern Form oder Gestaltung findet zwischen den lebenden und leblosen Körpern der Unterschied statt, dass erstere, obgleich sie sich in der Mischung ähnlicher sind als letztere, dennoch eine viel grössere Mannigfaltigkeit in den Formen zeigen. Wie ungemein reich ist das Pflanzen- und Thier-Reich an den verschiedenartigsten Formen, bei einer im Ganzen geringen Anzahl von Elementarstoffen, die in der Mischung der lebenden Körper überhaupt vorkommen. Ja wir finden in einem und demselben organischen Einzelwesen die verschiedenartigst geformten Theile bei gleicher Mischung. Ich erinnere nur an die bei einer Gewächsart oft sich zeigende verschiedene Gestaltung der Blüthenblätter, und die in Thieren sich darbietende grosse Mannigfaltigkeit der Formen der Knochen und Muskeln. Bei den leblosen Körpern dagegen nehmen wir meistens, mit wenigen Ausnahmen, bei Gleichheit in der Mischung eine grössere Aehnlichkeit in der Form und Crystallisation wahr.

Es muss demnach in den lebenden Körpern noch eine Kraft eigener Art, ausser der die Gestaltung der leblosen Körper bestimmenden chemischen Affinitäten, wirksam seyn, wodurch die Verschiedenartigkeit der organischen Formen bei Gleichheit in der Mischung hervorgebracht wird. Oder was mit anderen Worten dasselbe noch bestimmter ausdrückt, die Gestaltung der organischen Körper ist nicht Wirkung der blossen chemischen Wahlanziehung, wie in

Digitized by Google

den leblosen Körpern, sondern sie ist Wirkung einer Kraft eigener, oder wenn man will, höherer Art, welche die Gestaltung bewirkt.

§. 13.

Was das Entstehen oder Hervorbringen der organischen Verbindungen anlangt, so nehmen wir wahr, dass dieselben, so weit die Erfahrung reicht, nur durch die Thätigkeits-Aeusserungen schon vorhandener lebender Körper hervorgebracht werden. Eyweissstoff, Gallerte, Schleim, Kleber, Satzmehl, Gummi, Zucker u. s. w. bilden sich nicht von selbst aus den Elementarstoffen, oder binären Verbindungen, nach den Gesetzen der chemischen Wahlanziehung, sondern nur durch die Thätigkeits-Aeusserungen schon vorhandener lebender Körper. Die organischen Einzelwesen werden durch ihres Gleichen hervorgebracht, oder sie entstehen aus der Materie der im Zerfallen begriffenen organischen Körper. Die Hervorbringung der organischen Verbindungen in den Einzelwesen nennt man Assimilation und Ernährung, das Schaffen von Einzelwesen selbst heisst Zeugung. Unorganische Verbindungen und Körper dagegen entstehen immer nur aus den Materien älterer, in den Zustand der Auflösung versetzter Körper, welche sich unter gewissen Verhältnissen nach den blossen Gesetzen der chemischen und mechanischen Anziehung verbinden und neue Körper darstellen.

§. 14.

Selbst die einfachsten Thier- und Pflanzen-Formen, die Infusorien, die Priestleysche grüne Materie, die Conferven, der Schimmel u. a. bilden sich bei der sogenannten freiwilligen Zeugung, zufolge der von Needham, Priestley, Ingenhouss, Monti, Wrisberg, Mueller, G. R. Treviranus u. a. angestellten Beobachtungen und Versuchen nicht aus unorganischen Materien, sondern aus den bei der Fäulniss oder Gährung im Zerfallen begriffenen Theilen von organischen Körpern und aus den organischen Verbindungen. J. B. Fray[1] gibt zwar an, er habe beobachtet, dass sich Infusionsthiere aus reinem Wasser gebildet hät-

Digitized by Google

ten. Und ferner will Gruithuisen [2] in Aufgüssen von Granit, Kreide und Marmor eine gallertartige Haut haben entstehen sehen, worin sich nach einiger Zeit Bewegungen äusserten und endlich Infusorien, Monaden und Kugelthierchen bildeten. Höchst wahrscheinlich waren jenen Körpern oder dem zur Infusion gebrauchten Wasser organische Substanzen, wenn auch nur in geringer Menge, beigemengt; denn andere Naturforscher haben die Bildung von lebenden Körpern in reinen Aufgüssen unorganischer Körper nicht beobachtet.

1) *Essay sur l'origine des substances organisées et inorganisées. Berlin* 1807.

Essay sur l'origine des corps organisés et sur quelques phénomènes de physiologie animale et végétale. Paris 1817.

2) Ueber die chemischen und dynamischen Momente bei der Bildung der Infusorien mit einer Kritik der Versuche Fray's in Gehler's *Journal der Physik. B.* 8. *S.* 150.

§. 15.

In allen unorganischen Körpern, namentlich den Krystallen, kommt die Mischung, sobald sich ihre Materien nach den Gesetzen der Wahlverwandtschaft angezogen und verbunden haben, zur Ruhe, und sie bestehen nur hierdurch. Dies erfolgt bei den lebenden Körpern nicht, sondern sie bleiben in fortdauernden Veränderungen ihrer Mischung begriffen. Sie nehmen, so lange sie sich auf ihre Art wirksam oder lebend zeigen, von Neuem Materien auf, welche sie sich verähnlichen, in ihre Mischung bringen und stossen dagegen wieder Materien aus ihrer Mischung aus. Durch die Vorgänge des Assimilirens der Nahrungsmittel, des Athmens, des Ernährens und Aussonderns werden die Bestandtheile der lebenden Körper fortdauernd verändert. Die Mischung der lebenden Körper kommt also nie zur Ruhe. Nur mit dem Erlöschen der Thätigkeits-Aeusserungen, die wir Leben nennen, hört das Bestreben der organischen Körper auf, neue Materien aufzunehmen und in ihre Mischung zu bringen. Hiermit aber wird zugleich ihr Daseyn aufgehoben, sie werden zerstört,

Digitized by Google

und ihre Form und Mischung zerfällt. Zwischen den unorganischen und lebenden Körpern findet also der wesentliche Unterschied statt, dass das Bestehen jener von der Ruhe abhängt, die in der Mischung eintritt; während das Daseyn und die Erhaltung dieser durch fortdauernde Mischungs - Veränderungen bedingt ist. Die Ursache dieser Verschiedenheit ist gleichfalls in eigenthümlichen, den lebenden Körpern zukommenden Verhältnissen zu suchen, welche neue Affinitäten hervorrufen und eben nur dadurch sich wirksam zu erhalten im Stande sind. Bei den einmal gebildeten leblosen Körpern hingegen kommen keine Veränderungen in den Affinitäts-Verhältnissen vor, die sie durch sich selbst hervorbringen.

§. 16.

Obgleich die lebenden Körper während ihres Daseyns in fortdauernden, schnellen oder langsam erfolgenden Veränderungen begriffen sind, Bestandtheile der Luft, Wasser, verschiedenartige Nahrungsmittel aufnehmen, und mancherlei Materien ausstossen; so beharren sie dennoch eine Zeit lang in ihrer eigenthümlichen Form und Mischung. Es kommt ihnen also das Vermögen zu, sich bei fortdauernden Mischungs-Veränderungen in ihrer Eigenschaften zu erhalten, und selbst den äusseren chemischen Einwirkungen bis zu einer gewissen Gränze [1] zu widerstreben. Alle unorganischen Körper hingegen, als blosse Producte der Wahlverwandtschaften der sie constituirenden Materien, vermögen den äusseren Einwirkungen, die in ihnen Veränderungen hervorbringen, nicht entgegen zu wirken, sondern sie sind den Wirkungen der chemischen Affinitäten hingegeben. Kommt z. B. ein Krystall in Berührung mit einer Säure, welche zu seiner Basis in einer nahen Affinität steht, so vereinigt sich jene mit dieser, und seine Mischung und Form werden verändert und zerstört.

Jene Eigenschaft der organischen Körper, den rein chemischen Einwirkungen der Aussendinge sich bis zu einem gewissen Grade zu widersetzen, können wir nur in Kräften eigener Art suchen, welche die Affinitäten beherrschen. Dies ergibt sich daraus, dass die äusseren Einwirkungen gleichfalls in ihnen Veränderungen nach den Gesetzen der

Digitized by Google

chemischen Affinitäten hervorbringen, welche Zerstörung ihrer eigenthümlichen Mischung und Form zur Folge haben, sobald ihre vitalen Kräfte erloschen sind. Nach dem Tode eines organischen Einzelwesens zeigen sich die chemischen Affinitäten wirksam, seine Form und Mischung, die oft ein Jahrhundert hindurch und längere Zeit den auf Vernichtung hinwirkenden Aussendingen trotzten, werde binnen kurzer Zeit zerstört.

1) Werden die lebenden Körper einer sehr hohen oder niederen Temperatur ausgesetzt, kommen sie in Conflict mit gewissen Gasarten, oder wirken concentrirte Mineralsäuren, oder ätzende Alkalien auf sie ein, so können sie jedoch durch diese ebenfalls vernichtet werden.

§. 17.

Die nach dem Erlöschen der den lebenden Körpern eigenthümlichen Kräfte, welche sich während ihres Daseyns den auf ihre Zerstörung hinwirkenden chemischen Affinitäten der Aussendinge widersetzten, eintretenden chemischen Processe, die Fäulniss und Gährung, wodurch ihre Mischung und Form verändert wird, sind Vorgänge eigener Art, wie sie bei der Zersetzung unorganischer Körper nicht vorkommen. Sie sind organisch-chemische Processe. Die nach dem Tode eintretende Zersetzung hat unter den gewöhnlichen Verhältnissen ihre Gränzen, und die organischen Bestandtheile fallen nicht ganz, sondern nur zum Theil dem unorganischen Reiche anheim, indem sie weder vollständig in ihre Elementarstoffe zersetzt werden, noch in binäre Verbindungen übergehen.

§. 18.

Den organischen Verbindungen oder Materien, dem Eyweissstoff, Stärkemehl, Kleber, Gummi, Thierschleim, Faserstoff, der Gallerte u. a., so wie den aus denselben zusammengesetzten vegetabilischen und thierischen Gebilden kommt die Eigenschaft zu, sich unter günstigen äusseren Verhältnissen, bei einem gewissen Grade von Wärme, Licht und Feuchtigkeit, und der Luft ausgesetzt, zu neuen einfachen organischen Formen zu gestalten, wenn sie aus der organischen Verbindung eines Einzelwesens gerissen sind. Dies ist der Fall bei der Gährung und Fäulniss, wo sich

Digitized by Google

aus den zerfallenden organischen Verbindungen, nach Verschiedenheit ihrer Mischung und den äusseren Einflüssen, bald Infusorien, bald Priestleyische grüne Materie oder Schimmel bilden. Diese Eigenschaft der organischen Materien, sich unter gewissen Verhältnissen wieder zu gestalten, wollen wir vorläufig durch die Namen Bildungs- oder Lebens-Fähigkeit bezeichnen. Dieselbe erlöscht nur in den organischen Materien, wenn sie in ihre Elementarstoffe zersetzt werden, wie dies namentlich bei der Wirkung des Feuers auf sie der Fall ist. Die in den organischen Körpern vorkommenden Materien eigenthümlicher Art fallen also bei dem Erlöschen ihrer Thätigkeits-Aeusserungen, die man Leben nennt, und bei den nach dem Tode eintretenden chemischen Processen eigener Art, der Gährung und Fäulniss, nicht gänzlich dem unorganischen Reiche anheim; sondern sie behalten die Fähigkeit sich von neuem zu gestalten, und sich lebensfähig zu zeigen. Der Tod oder das Erlöschen der Lebens-Aeusserungen trifft also nur die organischen Einzelwesen, während die in ihre Zusammensetzung eingehenden organischen Materien Bildungs- und Lebens-Fähigkeit beibehalten.

§. 19.

Aus den zwischen der Mischung der organischen und unorganischen Körper angestellten Vergleichungen, welche sich auf die bis jetzt über die Mischung jener Körper gemachten Erfahrungen und Untersuchungen stützen, ergiebt sich als Haupt-Resultat: dass den lebenden Körpern ein Substrat eigenthümlicher Materien, die wir organische nennen, zum Grunde liegt. Die in den lebenden Körpern statt findenden Mischungs-Veränderungen sind keine blosse Wirkungen solcher Affinitäten, wie sie in den rohen oder unorganischen Körpern vorkommen; sie sind vielmehr Wirkungen von Affinitäts-Verhältnissen und Kräften eigner Art. An den organischen Materien allein nehmen wir, meist in einer eigenthümlichen Aggregation und Bildung, Organisation genannt, diejenigen Thätigkeits-Aeusserungen wahr, die man mit dem Worte, Leben, bezeichnet. Die organischen Materien sind entweder in den jetzt vorkommenden lebenden Körpern angehäuft, und äussern Leben;

Digitized by Google

oder sie befinden sich ausser denselben, in Vermengung mit unorganischen Materien, und sind lebensfähig. Letztere können als Nahrungsstoffe, oder unter gewissen günstigen Verhältnissen, wie bei der freiwilligen Zeugung, wieder in das Reich der lebenden Körper, und in den Strom des Lebens zurückkehren. Durch blosse chemische Affinitäten oder durch die Wirkung der sogenannten rein physischen Kräfte scheint bei dem jetzigen Zustand unseres Planeten keine organische Materie, oder Verbindung, wie Eyweiss, Gallerte, Amylum, Kleber u. s. w. hervorgebracht zu werden; wenigstens haben wir keine Thatsachen, die sich als Gründe für eine solche Meinung anführen liessen. Nur die lebenden Körper selbst befinden sich im Stande unorganische Materien in organische Verbindungen zu bringen; wie wir dies namentlich bei dem Athmen, so wie bei der Ernährung der Gewächse wahrnehmen werden.

§. 20.

Bemühen wir uns diese Untersuchung noch weiter fortzusetzen, so dringt sich uns zunächst die Frage auf, wie oder auf welche Weise sind die organischen Materien, ihre mannigfaltigen Verbindungen, und die lebenden Körper überhaupt auf unserem Planeten entstanden? Die Beantwortung dieser Frage liegt ausser dem Bereiche unserer Erfahrung. Wollen wir aber dennoch einen Versuch machen uns an die Lösung derselben zu wagen, so gerathen wir in das Gebiet der Muthmassungen. Wir sind genöthigt Hypothesen aufzustellen, die nur Wahrscheinlichkeit aber keine Gewissheit gewähren. Entweder setzen wir das Daseyn organischer Körper von Uranfang auf unserem Planeten voraus; oder wir stellen die Meinung auf, die organischen Materien und die lebenden Körper wurden erst unter gewissen Verhältnissen aus den Elementarstoffen und unorganischen Materien, durch die Wirkung allgemeiner physischer Kräfte hervorgebracht. Oder endlich wir nehmen an, das blosse Substrat der lebenden Körper war ursprünglich als der organische Urstoff und zwar mit der Eigenschaft begabt, organische Bildung anzunehmen, im Wasser enthalten, und aus demselben bildeten sich organische Körper einfacher Art, die nach Ver-

Digitized by Google

schiedenheit der äussern Einflüsse verschieden ausfielen und in zusammengesetztere Formen übergingen, bis sie endlich durch das Entstehen von Zeugungs-Werkzeugen und deren eigenthümlichen Thätigkeits-Aeusserungen beim Zeugen sich als besondere Arten dauernd zu erhalten befähigt wurden.

§. 21.

Gegen die erste Annahme, dass lebende Körper gleich vom Anfang an auf unserem Planeten mit seiner Erschaffung vorhanden gewesen seien, spricht die Geologie. Sie hat erwiesen, dass fossile Reste von organischen Körpern nur in der Rinde oder in den oberflächlichen und letzten Schichtungen der Erde, nicht aber in den Urgebirgen vorkommen, und dass es folglich nach aller Wahrscheinlichkeit einen Zeitpunkt gab, wo keine lebende Wesen auf derselben vorhanden waren. Gesetzt wir nähmen diese Hypothese dennoch an, so würden wir die Frage, wie lebende Wesen entstanden sind, doch unbeantwortet lassen müssen, weil wir über die Art des Entstehens unseres Planeten und seiner Körper nichts aussagen können; gleichviel ob wir der Theorie des Vulkanismus oder des Neptunismus huldigen, indem die Geologen das Entstehen des Feuers und des Wassers doch wieder unerklärt lassen müssen, und um so mehr der Biolog nichts über den Uranfang der lebenden Körper auszusagen im Stande ist.

§. 22.

Der zweiten Hypothese, dass die organischen Materien und lebenden Körper aus den Elementarstoffen durch die Wirkung allgemeiner physischer Kräfte hervorgebracht wurden, steht entgegen: dass es uns durchaus an Thatsachen und Erfahrungen gebricht, aus denen wir der Analogie nach auf das Entstehen von organischen Materien und lebenden Körpern aus unorganischen Materien schliessen können, indem wir jetzt wenigstens etwas der Art nicht wahrnehmen. Ja die lebenden Körper selbst können den grössten Theil von Materien, die in ihre Zusammensetzung eingehen, nicht aus unorganischen Stoffen hervorbringen; sondern sie bedürfen dazu der Materie anderer organischer Körper, die sie in sich aufnehmen. Die Gewächse erhal-

Digitized by Google

ten sich grössten Theils aus den Ueberresten abgestorbener Pflanzen oder Thiere. Die Thiere nehmen Pflanzen oder selbst wieder Thiere als Nahrungsmittel zu ihrer Erhaltung auf.

§. 23.

Die dritte Annahme, dass das materielle Substrat der organischen Körper, als eine Materie eigener Art, ursprünglich in dem Wasser enthalten war, und zwar mit der Eigenschaft begabt sich zu gestalten, sich nach und nach unter Mitwirkung kosmischer Einflüsse, dem Lichte, der Wärme, vielleicht auch der Electricität u. s. w. zu verschiedenen einfachen Formen lebender Körper wirklich gestaltete, und von einfachen zu zusammengesetzteren Formen fortschritt, die nach Verschiedenheit der äusseren Einflüsse verschieden ausfielen, bis diese endlich selbst der Art nach durch die Hervorbringung und Thätigkeits-Aeusserungen der Zeugungs-Organe Dauer erhielten, ist die wahrscheinlichste. Obgleich auch sie die Frage nicht zu beantworten im Stande ist, woher denn das Wasser und die darin enthalten gewesene organische Materie entstanden seie; so lässt sie sich doch mit den in der neueren Zeit durch die Geologie gewonnenen Thatsachen am ungezwungensten zusammenreimen und in Uebereinstimmung bringen. Wir finden nämlich Reste von organischen Körpern der sogenannten Urwelt nicht in solchen Gebirgen, welche die neueren Geologen als Producte des Feuers oder des Vulkanismus ansehen. Wir nehmen sie erst in den oberen und letzten Erdschichten, und in solchen Gebirgsarten wahr, die sich unverkennbar aus dem Wasser niedergeschlagen haben. Wasserthiere waren früher vorhanden als Landthiere. Für eine allmähliche Entwickelung und ein stufenweises Fortschreiten des organischen Reichs von den einfacheren zu den zusammengesetzteren Formen spricht das Vorkommen der fossilen Reste von organischen Körpern der einfacheren Art in den Erdschichten der älteren Flötzformation, und das Auffinden von zusammengesetzteren in den neusten Erdschichten. Fossile Korallen, Strahlthiere und Mollusken-Gehäuse zeigen sich zunächst in den auf die Urgebirge folgenden Gebirgsarten. Erst auf diese folgen fossile Thiere mit Gerippen,

Digitized by Google

die sich im Wasser aufhalten, Fische, Amphibien und Cetaceen. Fossile Knochen eyerlegender Thiere finden sich in den tieferen Erdschichten, während die von lebendig gebährenden Säugethieren in den oberflächlicheren vorkommen. Dieselbe Erscheinung hinsichtlich des allmählichen Vorkommens von fossilen Resten der einfacheren bis zu den zusammengesetzteren Formen nach den Erdschichtungen nehmen wir bei den Gewächsen wahr. Abdrücke von akotyledonen Gewächsen, namentlich von Farrenkräutern, sind die ersten Spuren von Vegetabilien die sich in den tieferen Erdlagen zeigen; dann folgen von Monokotyledonen, Rohrarten und baumartige Gräser, Palmen u. s. w.; hierauf erst Nadelhölzer und Reste von anderen Dikotyledonen.

Fossille Reste von Affen und Menschen, deren Organisation die grösste Zusammensetzung und feinste Ausbildung zeigt, sind noch nicht aufgefunden worden. Mit vieler Wahrscheinlichkeit können wir also annehmen, dass die Affen und der Mensch die letzten und neuesten Productionen unseres Planeten sind.

§. 24.

Für eine stufenweise Entwickelung des organischen Reichs von den einfacheren zu den zusammengesetzteren Formen spricht endlich der Umstand, dass alle organische Körper, die Gewächse sowohl als die Thiere, noch jetzt bei der Zeugung und Bildung aus dem Keim in einer einfachen Form erscheinen und erst nach und nach die der Art zukommende zusammengesetztere Form annehmen. Entwickelung aus dem Einfachen und Fortschreiten zu dem Combinirten ist der allgemeine Charakter alles Lebenden, sowohl der Einzelwesen, als des gesammten organischen Reichs.

§. 25.

Diese Gründe, so wie die Erscheinung, dass die Materien der organischen Körper nach dem Erlöschen des Lebens der Einzelwesen sich wieder zu den einfachsten organischen Formen bei der sogenannten freiwilligen Erzeugung gestalten, nöthigen uns zu der Annahme eines auf der Oberfläche oder in der Rinde und in den Gewässern

Digitized by Google

unseres Planeten verbreiteten organischen Urstoffs, über dessen erstes Entstehen wir eben so wenig, wie über das Entstehen dieses Planeten selbst, etwas genaueres auszusagen vermögen. Dieser organische Urstoff, mit seinen Modificationen, den organischen Verbindungen, als Materien eigener Art, äussert sich entweder thätig und lebend, in den Einzelwesen der jetzt bestehenden Gewächs- und Thier-Arten, und zwar unter Erscheinungen und Bedingungen, die wir späterhin angeben werden; oder er bleibt doch lebensfähig und vermag sich wieder zu einfachen organischen Formen unter gewissen Verhältnissen zu gestalten, wenn er aus der Verbindung der lebenden Körper gerissen ist.

Mehrere Naturforscher, namentlich Buffon [1] und Needham [2] haben bereits ein den lebenden Körpern eigenthümliches materielles Substrat angenommen. G. R. Treviranus [3] folgert aus seinen Untersuchungen über das Leben:

1) dass in der Natur eine stets wirksame Materie vorhanden sei, wodurch alles Lebende von dem Byssus bis zur Palme, und von dem Punktähnlichen Infusionsthiere bis zum Meerungeheuer Leben besitze, welche obgleich unveränderlich ihrem Wesen, doch veränderlich ihrer Gestalt nach, unaufhörlich ihre Form wechsele.

2) Dass diese Materie, zwar an sich formlos, doch jeder Form des Lebens fähig sei. Sie erhalte unter dem Einflusse äusserer Ursachen eine bestimmte Gestalt, beharre nur bei den fortwirkenden Einwirkungen jener Ursachen in dieser, und nehme eine andere Form an, sobald andere Kräfte auf sie einwirken.

3) Dass lebensfähige Materie oder Lebensstoff und Lebensprincip oder Lebenskraft wechselseitig durch einander bestehen, und der Tod nur ein Uebergang gewisser Formen der Lebens-Materie in andere sei.

[1]) *Histoire naturelle T. 2. p. 420. Ilexiste une matière organique animée, universellement répandue dans toutes les substances animales ou végétales, qui sert également à leur nutrition, à leur développement et à leur reproduction.*

[2]) *An account of some new microscopical discoveries. London* 1745. 8.

[3]) *Biologie. B. 2, S. 267 und* 403.

Zweites Kapitel.

Von der äusseren Gestaltung und inneren Zusammenfügung.

§. 26.

Einige Körper erfüllen den Raum auf eine mehr stätige und gleichförmige Weise, wie die festen Körper; andere dagegen sind in der Art der Raum-Erfüllung veränderlich, wie die flüssigen. Letztere, die Luft und das Wasser, geben das Vehickel ab, worin die festen Körper enthalten sind. Alle organische Körper, so wie die Mineralien, mit Ausnahme des Quecksilbers, sind feste Körper. Jenen kommt zugleich eine regelmässige Form zu, welche sich bei diesen nur im Zustande der Krystallisation zeigt. Wollen wir beide Gruppen von Körpern hinsichtlich der äussern Gestaltung und inneren Zusammenfügung vergleichen, so müssen wir uns bei den Mineral-Körpern auf die mit regulärer Form beschränken.

§. 27.

Alle organischen Körper, die Gewächse sowohl als die Thiere, haben eine mehr oder weniger rundliche und eyförmige, oder ästige und gegliederte Form, und sie sind durch krumme oder wellenförmige Linien, so wie durch convexe oder concave Flächen begränzt [1]. Die unorganischen Körper dagegen, wenn sie eine reguläre Form haben, wie die Krystalle, sind durch ebene Flächen und gerade Linien, die in bestimmten Winkeln an den Ecken und Kanten zusammentreten, begränzt; wie dies Romé de l'Isle [2], Bergmann [3], und besonders Hauy [4], Brochant de villiers [5]

Digitized by Google

u. a. sattsam dargethan haben. Die verschiedenen Krystalle bieten, wie bekannt, eine sehr grosse Mannigfaltigkeit von einfacheren und zusammengesetzteren Formen dar. Sie sind Würfel, Sechsecke, Rauten, Prismen, Säulen u. s. w. [6] So verschiedenartig auch die Formen der Krystalle sind, so lassen sie sich dennoch nach den Verhältnissen ihrer Theile zu einander auf gewisse Grundformen und Krystall-Systeme [7] zurückführen. Die unorganischen Körper stellen daher in ihrer Gestaltung, wie Kielmeyer [8] sehr treffend bemerkt hat, gleichsam mehr den Effekt einer Elementar-Geometrie dar, während die Natur in der Bildung der lebenden Körper eine höhere Geometrie in Anwendung gebracht hat. Oder was dasselbe sagt, die Formen der organischen Körper sind zusammengesetzter und verwickelter, als die der unorganischen, die einfacher sind.

[1]) Eine Ausnahme hiervon machen mehrere organische Verbindungen der einfacheren Art, die den lebenden Körpern entzogen oder von denselben ausgesondert, auf verschiedene Art krystallisiren. Dies ist bei thierischen Verbindungen mit dem Gallenfett, der Harnsäure und dem Milchzucker der Fall. Viele vegetabilische Substanzen, der Zucker, verschiedene Säuren, z. B. die reine Senfsäure, die Benzoesäure u. a., ferner besonders die vegetabilischen Salzbasen, wie das Morphin, Narcotin, Strychnin, Brucin, Chinin u. a., und endlich die Halbharze, krystallisiren. Die Krystallformen der letzteren sind jedoch nach Bonastre (*Sur la forme cristalline de plusieurs sous-résines, in Annal. de la Societé Linnéenne de Paris. Nov.* 1826. *p.* 549) meist kugelförmig und strahlenartig wie Sterne und Rosetten.

[2]) *Essais de Cristallographie, ou description des figures géométriques propres aux différens corps du regne minéral etc. Paris* 1772. 8.

[3]) Ueber die Gestalten der Krystalle. 1773.

[4]) *Essai d'une théorie sur la structure des crystaux. Paris* 1784. 8. *Traité de Minéralogie. Paris* 1822.

[5]) *De la cristallisation, considerée géométriquement et physiquement. Strasbourg* 1819. 8.

[6]) Wird der Krystallisations-Process gestört, und schlagen sich die Molekülen plötzlich nieder; so wird die reguläre geometrische Form verändert, und es bilden sich leicht rundliche Formen. Diese deuten aber nach Hauy's richtigen Bemerkungen auf einen Mangel an Vollkommenheit in dem Mineralreich hin.

[7]) Weiss in den Abhandlungen der physicalischen Klasse der Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Jahrg. 1814 und 1815. S. 289.

[8]) In seinen Vorträgen über allgemeine Zoologie.

Digitized by Google

§. 28.

Das Reich der lebenden Körper bietet im Vergleich mit dem der leblosen eine bei weitem grössere Reichhaltigkeit und Mannigfaltigkeit in seinen Formen dar, als letzteres; wie die vielen tausend höchst verschieden gestalteten Gewächs- und Thier-Arten beweisen. Nach einer vor einigen Jahren gemachten Schätzung von Humboldt's [1] sind gegen **56000** Arten von Pflanzen, und **51700** Arten von Thieren bekannt. Seit jener Zeit sind aber wieder viele neue Gewächse und Thiere aufgefunden worden.

1) *Annal. de chim. T.* 16.

§. 29.

Vergleichen wir die lebenden Körper mit den Mineralien hinsichtlich des Zusammengefügtseyns aus Theilen, so nehmen wir wahr, dass die Organismen sich, wie G. R. Treviranus [1] aussprach, vorzüglich durch Regularität verbunden mit Ungleichartigkeit ihrer Theile auszeichnen, während hingegen den unorganischen Körpern bloss das erste Merkmal nicht das letztere zukommt. Alle lebenden Körper, Gewächse und Thiere, sind aus verschiedenartigen Theilen zusammengesetzt. Immer enthalten sie feste und flüssige Theile, was von Humboldt [2] als einen wesentlichen Charakter der organischen Körper ansah. Ausserdem bemerken wir bei allen, mit Ausnahme der einfachsten Formen, noch eine Menge ungleichartiger Theile. Bei den Gewächsen sehen wir Wurzeln, Blätter, Blüthen, bei den Thieren Muskeln, Nerven, Gefässe, Knochen und Eingeweide mancherlei Art. Diese Theile, regelmässig angeordnet und vertheilt, sind selbst wieder aus noch einfacheren Gebilden, den Geweben, zusammengesetzt. Die unorganischen Körper dagegen zeigen keine Zusammenfügung aus verschiedenartigen Theilen, oder kommt sie vor, so sind die Theile nur gemengt. In der Regel bestehen die Krystalle aus lauter gleichartigen festen Theilchen [3].

1) Biologie. B. 1. S. 158.

2) Aphorismen aus der Pflanzen-Physiologie. S. 33.

3) Das zuweilen sich zeigende Vorkommen von Wassertropfen in Krystallen kann nicht als Einwurf gegen obige Behauptung angeführt

Digitized by Google

werden, weil dasselbe zufällig und für das Bestehen derselben nicht wesentlich ist. So fand namentlich Brewster (*Transactions of the royal Society of Edinburgh. T.* 10. *p.* 1.) in einigen Topasen, in dem Chrysoberyll, im Quarz von Quebeck, im Amethyst u. a. farblose und durchsichtige Flüssigkeiten. Gewöhnlich füllten sie die Höhlungen der Krystalle nur zum Theil aus, und sie enthielten noch eine Blase, welche bei der Erwärmung verschwand. In der Flüssigkeit waren zuweilen kleine Krystalle vorhanden.

Eben so wenig kann das Krystallisations-Wasser einen Einwurf abgeben, indem dieses mit den Materien der Krystalle auf das innigste verbunden, nicht aber in besonderen Räumen vertheilt ist, wie die Säfte in den lebenden Körpern.

§. 30.

Die nächste Folge des Zusammengefügtseyns der organischen Körper aus flüssigen und festen Theilen ist ihr geringer Grad von Starrheit und Festigkeit. Alle sind entweder im Ganzen, oder doch in vielen Theilen weich und biegsam. Der Grad ihrer Consistenz bietet freilich bei den Pflanzen sowohl als bei den Thieren viele Verschiedenheiten dar, nicht nur bei den verschiedenen Gruppen der lebenden Körper, sondern auch bei den verschiedenen Gebilden eines Einzelwesens. Im Allgemeinen bemerken wir, dass die wichtigsten Gebilde der organischen Körper, welche den grössten Antheil an der Ausübung ihrer eigenthümlichen Thätigkeits-Aeusserungen haben, am wenigsten starr oder fest sind; so bei den Pflanzen die feineren Wurzeln, die Saftgefässe, der Splint, die Blätter und Blüthen; bei den Thieren die Nerven, das Hirn, die Muskeln, die Gefässe und die verschiedenen Eingeweide, welche die Verdauung, das Athmen, die Saftbewegung und die mancherlei Absonderungen bewirken. Ferner zeigt die Consistenz Verschiedenheiten nach den Altersperioden. Hier ist das Gesetz geltend: die Consistenz ist bei Pflanzen und Thieren um so geringer, je näher sie ihrem Entstehen sind, und je mehr sie noch in ihrer Entwickelung und ihrem Wachsthum begriffen sind. Je mehr sie sich dagegen dem Zeitraum des höheren Alters nähern, um so mehr nimmt ihre Consistenz und Rigidität zu.

Die unorganischen Körper dagegen, die nur aus festen Theilen bestehen, zeichnen sich durch grosse Starrheit und

Digitized by Google

feste Consistenz aus. Eine Mannigfaltigkeit der Consistenz in den einzeln Theilen kommt nicht vor. Eine Verschiedenheit der Rigidität nach der Dauer ihres Bestehens zeigt sich ebenfalls nicht.

§. 31.

Eine weitere Folge des Zusammengesetztseyns der lebenden Körper aus flüssigen und festen Theilen, so wie ihrer grösseren Weichheit, ist die Leichtigkeit Veränderungen in den räumlichen Verhältnissen zu zeigen, nämlich Bewegungen. Ferner erleiden sie bei dieser Beschaffenheit auch leichter Veränderungen in ihrer Mischung, im Conflicte mit äusseren Einflüssen, der Wärme und der Luft, wodurch zunächst die flüssigen Theile verändert werden. Die aus festen Theilen zusammengesetzten rigiden Mineralkörper bieten keine Veränderungen in ihren Theilen zu einander dar oder sie bewegen sich nicht, und sie erleiden nicht so leicht Mischungs-Veränderungen durch äussere Einflüsse, namentlich die Wärme und die Luft, veranlasst.

§. 32.

Die Zusammensetzung der organischen Körper aus festen und flüssigen Theilen ist nicht nur in allen vorhanden, sondern sie ist auch für ihr Daseyn und für ihre Erhaltung wesentlich nothwendig; in so fern als durch die Wechsel-Wirkung der festen und flüssigen Theile, die Thätigkeits- oder Lebens-Aeusserungen unterhalten und bedingt werden [1]. Entzieht man einer Pflanze die Säfte, so stirbt sie ab. Raubt man einem Thiere seine Säftemasse, lässt man das Blut aus seinen Adern fliessen, so erlöscht sein Leben. Zerstört man die festen Theile auf mechanisch oder chemische Weise, so hören die Lebens-Aeusserungen gleichfalls auf. Flüssige und feste Theile befinden sich also in den lebenden Körpern in einem Wechsel-Verkehr und sind zum Fortbestehen der lebenden Körper wesentlich nothwendig.

1) Manche Pflanzen und Thiere der einfachsten Art jedoch, z. B. Moose, Infusorien, Räderthiere (*Vorticella rotatoria*), Vibrionen (*Vibrio anguilla*) u. a. dauern beim Verluste ihrer Flüssigkeiten eine Zeit lang fort, sie lassen sich trocknen, so dass sie kein wahrnehmbares

Digitized by Google

Zeichen des Lebens äussern. Werden sie nach einiger Zeit wieder befeuchtet, so kehren die Erscheinungen des Lebens zurück, wie sich aus Needham's (*Nouvelles découvertes faites avec le microscope. Leid.* 1744), Baker's (*Employment for the microscope. London* 1764), Spallanzani's (*Observations sur les animaux qu'on peut tuer et resusciter à son gré*, in *Opuscl. de physique T.* 2. *p.* 261.) und Fontana's (Vom Viperngift B. 1. S. 62.) Versuchen ergiebt.

§. 33.

Die flüssigen und festen Theile stehen in den organischen Körpern noch in so fern in einer wesentlichen und nothwendigen Beziehung zu einander, als die festen Theile immer ihren Ursprung aus den flüssigen nehmen. Jede Pflanze, jedes Thier entsteht, bildet sich aus einer Flüssigkeit. Auch das Wachsthum und die Ernährung der festen Theile geschieht fortdauernd aus Flüssigkeiten. Nur so lange als sie ernährt sind, zeigen sie sich zur Ausübung ihrer Thätigkeits-Aeusserungen fähig. Was immer als Nahrungsstoff in die organischen Körpern eingeht, muss flüssig oder doch der Verflüssigung fähig seyn. Die festen Theile werden zum Theil wieder in flüssige verwandelt. Alle Materien ferner, welche während des Lebens als Auswurfsstoffe aus den organischen Körpern ausgeschieden werden, sind mehr oder weniger flüssig. Die Beschaffenheit der Flüssigkeiten ist aber auch wieder abhängig von den Thätigkeits-Aeusserungen der festen Theile, indem ihre Eigenschaften durch diese vorzüglich bestimmt werden.

§. 34.

Die Beschaffenheit der in die Zusammensetzung der organischen Körper eingehenden Theile zeigt sich ferner auf eine bemerkenswerthe Weise von der der Mineralkörper verschieden, wenn man sie einer genaueren Untersuchung mit Hülfe des Microskops unterwirft. Hier erblickt man sowohl in den flüssigen als festen Theilen der Pflanzen und Thiere Körperchen, die entweder kugelförmig oder eyförmig, zuweilen etwas plattgedrückt sind. Die einfachsten Thiere, die Infusorien und Polypen, so wie die einfachsten Pflanzen, die Conferven, Tremellen, Staubpilze, Byssusarten u. a. bestehen aus Kügelchen, wie sich aus Trembley's [1],

Digitized by Google

Schæffer's [2], Cavolini's [3], u. a. Untersuchungen ergab. Kügelchen sind in den meisten thierischen Säften, im Blute, Chylus, Speichel, pankreatischen Saft, Fett, Samen, in der Milch, von Leeuwenhoek [4], Hewson [5], und neuerlichst von Home, Prevost und Dumas, u. a. nachgewiesen worden. Auch in den eigenen Säften der Gewächse, besonders den milchigen, sind Kügelchen, von Rafn [6], Gottfried Reinhold [7], und Ludolf Christian Treviranus [8], u. a. aufgefunden worden. Kügelchen von verschiedener Beschaffenheit zeigen sich in den Zellen der Gewächse. Es gehören dahin die in den Samenlappen, dem Albumen der Getraidekörner und den Wurzel-Knollen vorkommenden Amylum-Kügelchen; so wie die harzartigen Körnchen des Blattgrüns in dem Parenchym der Blätter, und die gefärbten Kügelchen in den Zellen der Blüthen. Ferner sind solche Kügelchen in dem Zellstoff, den Schleim und Serum absondernden Häuten, in dem Gehirn und den Nerven, in den Muskeln, den Sehnen und den verschiedenartigen Drüsen der Thiere von Leeuwenhoek, Hooke, Swammerdamm, della Torre, Prochasca, Fontana u. a., und in der neueren Zeit besonders von Barba, Home, G. R. Treviranus [9], Milne Edwards [10], Dutrochet [11], Prevost und Dumas [12], Hodgkin und Lister [13], beobachtet worden. Solche Kügelchen endlich erscheinen zunächst in den sich bildenden Pflanzen- und Thier-Embryonen, wie Swammerdamm [14], C. F. Wolf [15], G. R. Treviranus [16], Sprengel [17], L. C. Treviranus [18], Link [19], Rudolphi [20], J. F. Meckel [21] u. a., dargethan haben.

1) *Mém. pour servir à l'hist. d'un genre des Polypes d'eau douce. Leide* 1744. *p.* 54.

2) Von den grünen Armpolypen. Regensburg 1755. S. 21.

3) Ueber Pflanzenthiere des Mittelmeers. S. 56.

4) *Opera omnia seu Arcana Naturae. Lugd. Bat.* 1722.

5) *Opus posthumum. Description of the red particles of the blood. London* 1777.

6) Entwurf einer Pflanzenphysiologie, aus dem Dänischen übersetzt von Markussen. S. 91.

7) Ueber die Gefässe und den Bildungssaft der Pflanzen, in Vermischten Schriften. B. 1. S. 145.

8) Ueber den eigenen Saft der Gewächse; in Tiedemann und Treviranus Zeitschrift für Physiologie. B. 1. S. 147.

9) Ueber die organischen Elemente des thierischen Körpers; in

Digitized by Google

Vermischten Schriften, anatomischen und physiologischen Inhalts. Göttingen 1816. B. 1. S. 117.

10) *Sur la structure élémentaire des Principaux tissus organiques des animaux; in Archives générales de médecine.* 1823. *T.* 3.

Recherches microscopiques sur la structure intime des tissus organiques des animaux; in Annales des sciences naturelles 1826. *T.* 9. *p.* 362.

11) *Recherches anatomiques et physiologiques sur la structure intime des animaux et des végétaux et sur leur motilité. Paris* 1824.

12) *Bibliothéque universelle des sciences et arts. T.* 17.

13) *Philosophical Magazine and Annal. of Philosophy. Nro.* 8. 1827.

14) *Biblia naturae. p.* 817. Er sah Kügelchen an zarten Froschlarven.

15) *Theoria generationis ed.* 2 p. 2. 16. 93.

16) Biologie. B. 3. S. 233. B. 4. S. 9.

17) Von dem Bau und der Natur der Gewächse. Halle 1812. S. 71.

18) Vom inwendigen Bau der Gewächse S. 2. Beiträge zur Pflanzenphysiologie. S. 1.

19) Grundlehren der Anatomie und Physiologie der Pflanzen. S. 29. Nachträge S. 3.

20) Anatomie der Pflanzen. S. 27.

21) Vergleichende Anatomie. B. 1. S. 40.

§. 35.

Diese den organischen Körpern eigenthümliche Kügelchen oder Körperchen, von denen man kein Analogon in den Mineralkörpern wahrnimmt, sind als die letzten unterscheidbaren und bestimmt begränzten organischen Formbestandtheile, oder als die Elementarformen der lebenden Körper anzusehen. Es scheint eine Eigenschaft der organischen Materien überhaupt zu seyn, sich unter gewissen Verhältnissen zu Kügelchen zu gestalten; was besonders bemerkbar ist, wenn sie aus der flüssigen in die feste Form übergehen. G. R. Treviranus sah bei der Gerinnung des Eyweissstoffs Kügelchen entstehen, die er im flüssigen Eyweiss noch nicht wahrnahm.

Dieselbe Erscheinung haben Prevost und Dumas am Eyweissstoff beobachtet, der an dem positiven Pol der galvanischen Säule zur Gerinnung gebracht wurde. Auch bei der Bildung von Infusorien aus organischen Materien, die in Zersetzung begriffen sind, zeigen sich zunächst kugelförmige Infusorien.

Digitized by Google

§. 36.

Jene organischen Elementar-Kügelchen, die hinsichtlich der Grösse, Färbung und anderer Eigenschaften so viele Verschiedenheiten in den mancherlei Säften und festen Theilen der Pflanzen und Thiere zeigen, bilden die Grundlage der verschiedenen vegetabilischen und thierischen Gewebe, durch deren Vorkommen sich die organischen Körper wesentlich von den Mineralkörpern unterscheiden, in denen man auch nicht entfernt Theile wahrnimmt, die den Geweben zu vergleichen wären. Die Thier-Gewebe bestehen aus einer verschiedenen Zusammenfügung und Anordnung von Kügelchen. In den faserartigen Geweben der Nerven, Muskeln und Sehnen sind sie in Reihen und Linien angeordnet. Im Zellstoff und den vorzüglich aus Zellstoff bestehenden Häuten, den Serum, Gliedwasser oder Schleim absondernden Häuten, so wie in den Wandungen der Gefässe sind sie mehr in Flächen, in Form von Lamellen, ausgebreitet. Auf verschiedene Weise in Massen angehäuft und geordnet kommen sie in den verschiedenen drüsenartigen Gebilden, der Leber, den Nieren, den Speicheldrüsen, dem Pankreas und den Hoden vor.

Die Gewebe der Gewächse sind noch zu wenig genau mikroscopisch untersucht, um über die Anordnung ihrer Elementar-Kügelchen etwas genaueres aussagen zu können.

§. 37.

Durch die Vereinigung der Gewebe in höchst mannigfaltigen Combinationen, Anordnungen und Formen werden diejenigen Theile zusammengesetzt, die wir in den organischen Körpern während ihres Lebens mancherlei Verrichtungen ausüben sehen, und die wir mit dem Namen der Organe oder Werkzeuge für die Ausübung verschiedenartiger Lebens-Aeusserungen bezeichnen. Theile der Art kommen in unorganischen Körpern niemals vor.

§. 38.

Die organischen Körper, wenigstens alle zusammengesetztere, zeigen endlich an ihrer Oberfläche eine sie begrän-

Digitized by Google

zende und die verschiedenen in ihre Zusammensetzung eingehenden flüssigen und festen Theile, die Organe, Gewebe und organische Formbestandtheile einschliessende Hülle, bei den Thieren Haut, bei den Gewächsen Rinde genannt. Durch die in dieser Hülle befindlichen grösseren oder kleineren Oeffnungen ziehen sie verschiedenartige Materien aus der Aussenwelt an, und stossen dagegen Materien aus. Eine Hülle der Art mangelt den Mineralkörpern gänzlich. Die sie constituirenden Theilchen treten unmittelbar zu Tage, ohne auf irgend eine Weise von den äusseren Medien abgegränzt zu seyn.

§. 39.

Alle in einem organischen Körper vorkommende und durch ihre Vereinigung denselben darstellende Theile, Organe, Gewebe und Formbestandtheile, stehen zu einander in einer ursächlichen, genetischen oder Hervorbringungs-Beziehung. Die verschiedenartigen Theile eines organischen Körpers sind bei ihrem Entstehen und Bilden durch einander bedingt und von einander abhängig. Dies folgt nicht nur aus dem, was bereits früher in Beziehung des Verhältnisses der flüssigen Theile zu den festen gesagt wurde, sondern auch aus der Bildungsweise der organischen Körper aus den Zeugungs-Materien. Das aus dem befruchteten Pflanzen-Saamen hervorwachsende Würzelchen bedingt das Fortwachsen des Stengels, dieser bedingt wieder das Hervorbringen der Blätter und Blüthen. In den Embryonen der Thiere nehmen wir gleichfalls ein allmähliches Entstehen und Bilden von Theilen wahr. Die zuerst entstehenden Gebilde bedingen das Werden der folgenden, namentlich sind es die beiden allgemein verbreiteten Apparate, das Nerven- und Blutgefäss-System, welche sich in den Embryonen der zusammengesetzteren Thiere, zuerst bilden und von denen die Bildung der übrigen abhängt.

Die in den Mineralkörpern vorkommenden aggregirten Theile stehen in keiner solchen genetischen Beziehung. Bei der Bildung eines Krystalls aus einer Flüssigkeit verbinden sich die Theilchen miteinander nach den blossen Gesetzen der

Digitized by Google

Wahlanziehung und Cohäsion, ohne dass die zuerst sich verbindenden Theilchen auf eine solche Weise bestimmend auf die Bildung und Anordnung der übrigen zurückwirkten, wie bei der Bildung der organischen Körper.

§. 40.

Die einmal entstandenen und gebildeten flüssigen und festen Theile, so wie alle Organe, Gewebe und Formbestandtheile der organischen Körper bleiben während ihres Daseyns in einer fortdauernden Abhängigkeit und Wechsel-Wirkung [1] und sie verhalten sich zu einander wie Ursache und Wirkung, oder nach KANT's [2] treffender Bemerkung, wie Mittel und Zweck. Die in bestimmten Räumen mancherlei Art enthaltenen, und zwischen den festen Theilen verbreiteten Flüssigkeiten verbinden sich mit den festen Theilen, indem sie aus dem tropfbar flüssigen in den festen Zustand übergehen. Feste Theile dagegen lösen sich wieder auf und kehren in den flüssigen Zustand zurück. Die flüssigen Theile wirken ferner auf die Organe und bestimmen sie zu Thätigkeits-Aeusserungen; so wie diese wieder auf die flüssigen Theile zurückwirken, sie in Bewegungen erhalten und in ihren Eigenschaften verändern. Alle Theile, Organe und Gewebe einer Pflanze und eines Thiers tragen durch ihre Thätigkeits-Aeusserungen zur Erhaltung und vollkommnen Wirksamkeit des Einzelwesens und mittelbar auch zu der der Art bei. Bei den meisten Gewächsen hängt ihre Fortdauer, mit später anzuführenden Ausnahmen, von der Wurzel, dem Stengel und den Blättern ab, die sämmtlich durch ihre eigenthümlichen Verrichtungen ihren Antheil an dem Bestehen der Pflanze haben. Diese Theile und die durch sie hervorgebrachten Blüthen, als die Zeugungsorgane, sichern den Fortbestand der Art. Auf gleiche Weise verhält es sich mit den Thieren. Die Werkzeuge der Verdauung, des Einsaugens, des Athmens, der Saftbewegung und Aussonderung bedingen durch ihre Thätigkeits-Aeusserungen ihre eigene Erhaltung und die des Nervenapparats, der Sinneswerkzeuge und der Bewegungsorgane; so wie diese selbst wieder durch ihre Verrichtungen mehr oder weniger das Bestehen jener und ihre eigne Erhaltung

Digitized by Google

vermitteln. Die Geschlechtstheile, in ihrem Bestehen und in ihrer Verrichtung von den übrigen Apparaten des Einzelwesens abhängig, wirken zwar nicht als bedingend auf diese zurück, sind nicht nothwendig zur Erhaltung des Einzelwesens, aber sie bewirken durch ihre Thätigkeits-Aeusserungen die Erhaltung der Art. Alle in die Zusammensetzung eines organischen Körpers eingehenden Theile und Gebilde, mit ihren Eigenschaften und Thätigkeits-Aeusserungen stehen also in wechselseitiger Abhängigkeit und stellen ein in sich geschlossenes Ganzes dar; so dass dadurch die dem Einzelwesen und der Gattung zukommende eigenthümliche Wirksamkeit erhalten werden kann.

Die in den Krystallen vorhandenen, durch Cohäsion verbundenen gleichartigen Theilchen stehen, wie auch Bichat [3] dargethan hat, in keiner Wechsel-Wirkung der Art, und sie erhalten und bedingen sich nicht wechselseitig in ihren Eigenschaften, wie die Theile eines organischen Körpers.

1) Die Wechsel-Wirkung der Theile in den lebenden Körpern hat schon Hippocrates erkannt, indem er *(Lib. de alimento)* sagt: *Consensus unus, conspiratio una, consentientia omnia.* An einem anderen Orte *(De locis in homine)* äussert er: *Mihi quidem videtur principium corporis nullum esse, sed omnia similiter principium et omnia finis.*

2) Kritik der Urtheilskraft. B. 2. S. 292.

3) *Anatomie générale. Introduction. p.* 23.

§. 41.

Da die mancherlei in einem organischen Körper vorkommenden festen und flüssigen Theile zu einander in einer genetischen Beziehung stehen, und ihre Fortdauer durch Wechselwirkung der sie constituirenden Theile bedingt wird; so lassen bei weitem die meisten und zwar alle zusammengesetzten lebenden Körper keine Theilung zu, ohne dass damit nicht ihr Daseyn und ihre eigenthümliche Wirksamkeit aufgehoben würde. Die organischen Körper sind daher im eigentlichen Sinne des Worts, Individuen, Körper die nicht getheilt werden können, indem mit der Theilung ihr Daseyn vernichtet wird.

Digitized by Google

Es gibt zwar mehrere organische Körper, die unbeschadet ihres Fortbestehens sich bis auf einen gewissen Grad theilen lassen. Dahin gehören sehr viele Gewächse, namentlich perennirende, und unter den Thieren die Polypen, manche Strahlthiere und Würmer. Diese widerlegen obige Behauptung nicht, dass die Untheilbarkeit ein Charakter der lebenden Körper sei. Eines Theils stellen viele Gewächse, so wie die Polypen, eine Vereinigung oder Sammlung mehrerer kleineren Organismen auf einem Stamme dar, die nach der Trennung von dem Hauptstamm fortbestehen können. Anderen Theils zeigen sie in allen ihren Theilen eine gewisse Gleichförmigkeit in der Organisation und den Kraftäusserungen, und eine solche Abgeschlossenheit in den einzelnen Gebilden, dass diese für sich fortdauern und durch eigene Thätigkeit diejenigen Theile hervorbringen oder regeneriren, die zur Vollkommenheit der Art (Species) nothwendig sind. Der Charakter der Individualität tritt an den organischen Körpern um so mehr und um so deutlicher hervor, je zusammengesetzter ihr Bau, und je mannigfaltiger ihre Kraft-Aeusserungen sind. Je weniger hingegen die in die Zusammensetzung eines organischen Körpers eingehenden Theile Verschiedenheiten zeigen, oder je ähnlicher sie sich sind, und je weniger Mannigfaltigkeit sie in ihren Kraft-Aeusserungen darbieten, um so geringer ist der Charakter der Untheilbarkeit bemerkbar und um so schwächer zeigt sich eine Verbindung der Theile zur organischen Einheit, indem die gleichen oder ähnlichen Theile die Bedingungen ihres Daseyns mehr in sich haben und weniger von den übrigen abhängig sind.

Die unorganischen Körper dagegen sind keine Individuen, indem sie aus lauter gleichartigen Theilchen zusammengefügt sind, die zu einander in keiner solchen Hervorbringungs- und Erhaltungs-Beziehung stehen, wie die verschiedenartigen Theile der organischen Körper. Die unorganischen Körper können daher getrennt oder zerstückt fortdauern. Die einzelnen Stücke eines zertrümmerten Krystalls bestehen so gut fort, als da sie noch in einem Körper verbunden waren.[1] Auch vermögen die leblosen Körper nicht, wie viele der obengenannten, unbeschadet ihrer Existenz theilbaren organischen Körper der einfachen Art,

Digitized by Google

durch eigene Kraft die verloren gegangenen Theile wieder zu ersetzen oder zu regeneriren.

1) Diess hat Richérand (Physiologie) treffend in folgenden Worten ausgesprochen: *Toutes les parties d'un corps vivant, soit végétal, soit animal, tendent et concourent à un but commun, la conservation de l'individu et de l'espèce, chacun de leurs organs, quoique doué d'une action particulière, agit pour remplir cet objet; et de cette série d'actions concurrentes et harmoniques résulte la vie générale, ou la vie proprement dite. Au contraire, chaque partie d'une masse brute ou inorganique est indépendante des autres parties, auxquelles elle n'est unie que par la force ou l'affinité d'agregation; lorsqu'elle en est separée, elle éxiste avec toutes ses proprietés caractéristiques et ne diffère que par son volume de la masse à laquelle elle a cessé d'appartenir.*

§. 42.

Nehmen wir ferner bei der Form und Zusammensetzung der Körper noch Rücksicht auf die Veränderungen während ihres Daseyns, auf ihre Dauer, die Art ihres Entstehens und ihr Verhältniss zu äusseren Einflüssen, so ergeben sich ebenfalls bedeutende Verschiedenheiten zwischen den organischen und unorganischen Körpern.

Die Form und Zusammenfügung aller lebenden Körper ist während ihres Daseyns in bestimmten Zeiträumen und nach in ihnen liegenden Gesetzen veränderlich. Alle Pflanzen und Thiere entstehen unter einer sehr einfachen Form und sind bei ihrem Entstehen im Inneren aus wenigen, und einfacher gebildeten Theilen zusammengesetzt. Allmählig schreiten sie in der Grösse, Gestaltung und Zusammenfügung zu einer höheren Form und grösserer Combination fort. Alle sind in einer Entwickelung begriffen. Ferner nehmen wir bei den meisten eine allmählige Abnahme und Veränderung ihrer Form, so wie Veränderungen in der Zusammensetzung ihrer flüssigen und festen Theile wahr, wie sie im höhern Alter vorkommen. Die Krystalle zeigen keine Veränderungen in ihrer Form und Aggregation, die als Folgen einer Entwickelung oder der Alterperioden anzusehen wären, und sie erleiden keine nothwendige aus ihrer Dauer entspringende und in ihnen selbst liegende Veränderungen.

Digitized by Google

§. 43.

Allen organischen Körpern, den Pflanzen wie den Thieren, kommt für ihre Gestaltung und Zusammenfügung eine gewisse Dauer zu, die zwar bei den Gattungen, Arten und Individuen höchst verschieden ist, aber dennoch vorzüglich durch in ihnen selbst liegende Verhältnisse bestimmt ist. Die Dauer des Daseyns der Form und Aggregation der unorganischen Körper, der Krystalle, ist nicht an einen gewissen Zeitraum gebunden, und wenn das Zerfallen derselben eintritt, so ist dies vorzüglich in Verhältnissen begründet, die nicht in ihnen selbst, sondern ausser ihnen liegen.

§. 44.

Das Entstehen oder Hervorbringen neuer organischer Formen einer Art findet durch Thätigkeits-Aeusserungen der schon bestehenden Formen derselben Art statt. Diese Thätigkeits-Aeusserungen, welche man das Zeugen nennt, sind nicht Wirkungen der chemischen Wahlanziehung und Cohäsion, sondern es sind Wirkungen einer eigenen, den organischen Körpern zukommenden Kraft, welche sich in den verschiedenen Arten von lebenden Körpern besonders modificirt äussert, und sich bei der Zeugung in das Zeugungs-Product fortpflanzt oder ergiesst, und die Form und Zusammensetzung dieses so regelt, dass nur wieder Wesen derselben Art gebildet oder hervorgebracht werden.

Das Werden oder Hervorbringen neuer Krystall-Formen dagegen setzt Vernichtung, Zerstörung und Auflösung schon da gewesener Krystalle in einer Flüssigkeit voraus. Die neuen Krystall-Formen, die sich nach den Gesetzen der blossen Wahlanziehung und Cohäsion aus den in einer Flüssigkeit gelösten Materien der älteren bilden, können sehr verschieden seyn. Zufolge Mitscherlich's [1] Untersuchungen nämlich kann einer und derselbe Körper, welcher aus einerlei Stoffen in gleichen Verhältnissen zusammengesetzt ist, verschiedene Formen annehmen. Die Krystall-Form beruht also nicht auf der Natur der Atome, sondern auf ihrer Anzahl und Verbindungsweise. Eine gleiche An-

Digitized by Google

zahl von Atomen, wenn sie auf gleiche Weise verbunden sind, bringt gleiche Krystallform hervor.

1) Königl. Vetens. Acad. Handling. 1821. S. 4.

§. 45.

Das Bestehen und eine gewisse Dauer der Form und des Gefüges der organischen Körper findet nur bei Wechselwirkung mit Aussendingen statt, und namentlich bei einer damit verbundenen fortdauernden Veränderung ihres materiellen Substrats. Alle organische Körper ziehen aus ihren Umgebungen Bestandtheile der Luft, des Wassers und Nahrungsmittel an, die sie in ihre Mischung und Form bringen. Dagegen aber stossen sie verschiedene Materien aus ihrer Mischung und Form aus. Nur so lange als dieser Austausch und dieser Wechsel von Materien dauert, erhalten sich die organischen Körper in ihrer eigenthümlichen Form und in ihrer Zusammenfügung.

Das Bestehen und die Fortdauer der Form und Aggregation der unorganischen Körper, der Krystalle, dagegen, setzt eine bestehende Ruhe und nicht vorkommende Veränderung in der Mischung voraus. Wirken äussere Dinge auf sie ein, die zu ihren Materien in näheren Affinitäts-Verhältnissen stehen, so verbinden sie sich mit denselben nach den Gesetzen der Wahlanziehung, und damit ist Zerstörung und Vernichtung der Form und Aggregation der Krystalle verbunden. Wechsel der Materie, der für das Bestehen der organischen Körper absolut nothwendig ist, zeigt sich also für die unorganischen Körper als vernichtend.

§. 46.

Aus der angestellten Vergleichung der äusseren Gestaltung und innern Zusammenfügung der organischen mit denen der unorganischen Körper ergeben sich also wesentliche Verschiedenheiten. Alle organische Körper haben eine reguläre, durch wellenförmige Linien und unebene Flächen begränzte Form. Alle bestehen aus ungleichartigen Theilen, aus flüssigen und festen Theilen, die eine bestimmte Anordnung und Vertheilung zeigen, und sich in einer zur Erhaltung des Einzelwesens nothwendigen Wech-

Digitized by Google

sel-Wirkung oder zu einem inneren zweckmässigen Ganzen verknüpft befinden. Aeussere Gestaltung und innere Zusammenfügung sind wechselseitig durch einander bedingt, mit Aufhebung der ersteren wird die letztere zerstört, und umgekehrt. Alle organischen Körper behaupten ihre Form und Zusammenfügung durch innere Thätigkeit und unter dem Einflusse äusserer Einwirkungen, bei fortdauernden Veränderungen ihres materiellen Substrats oder ihrer Mischung. Sie entwickeln sich auseinander, bringen sich selbst hervor, bilden und erhalten sich durch eigene Wirksamkeit, sind in regelmässigen Veränderungen begriffen, und es kommt ihnen eine gewisse Dauer zu.

Organische Körper sind demnach in sich abgeschlossene Körper, deren mannigfaltige Theile mit ihren verschiedenen Eigenschaften so gebildet und zusammengefügt sind, dass Einheit, Uebereinstimmung, und ein Wirken auf einen gemeinschaftlichen Zweck, Erhaltung des Einzelwesens und der Gattung möglich und wirklich ist. Sie sind relativ vollkommnere Körper [1] als unorganische. Die grössere relative Vollkommenheit spricht sich dadurch aus, dass die Menge der in die Zusammensetzung jener eingehenden verschiedenen Theile und Materien ansehnlicher als in dieser ist, und dass alle Theile und Materien in einer innigeren Verbindung und genaueren Wechsel-Wirkung stehen, so dass eine Uebereinstimmung zu einem Zweck oder zur Einheit eines Zwecks nicht zu verkennen ist.

1) Absolute Vollkommenheit kommt einem jeden Wesen zu, insofern ein jedes ist, was es nach den Gesetzen der Natur seyn soll. Hinsichtlich der relativen Vollkommenheit aber zeigen die verschiedenen Gruppen von Wesen Verschiedenheiten. Hierüber hat sich Bonnet *(Contemplat. de la nature P. 2. Ch. 2.)* sehr richtig also geäussert: *Tous les êtres sont parfaits, considerés en eux-mêmes: tous répondent à un fin. Les déterminations ou les qualités propres à chaque être sont les moyens relatifs à cette fin. Si ces déterminations changeoient, elles ne seroient plus en rapport avec la fin et il n'y auroit plus de sagesse. Mais à une fin plus noble répondent les moyens plus relevés. L'être appellé à remplir cette fin est enrichi de facultés qui lui sont assorties. Considérés sous ce point de vue, les êtres nous offrent différens degrés de perfection relative. La mesure de cette perfection est dans les rapports que chaqu'être soutient avec le tout. L'être, dont les rapports au tout sont plus va-*

Digitized by Google

riés, plus multipliés, plus féconds, possède une perfection plus relevée.

Die höhere und vollkommnere Stufe der Bildung eines organischen Körpers beurtheilen wir nach der Vielheit, Mannigfaltigkeit und Ausbildung seiner Theile. Wo wir eine grosse Mannigfaltigkeit in der organischen Bildung wahrnehmen, da sehen wir stets auch eine grosse Verschiedenheit und eine grosse Combination der Lebens-Aeusserungen.

§. 47.

Werfen wir endlich die Frage auf, worin die Eigenschaft der organischen Körper begründet ist, jene besondere Anordnung, Verbindung und Wechsel-Wirkung der in ihre Zusammensetzung eingehenden Theile zu zeigen; so können wir dieselbe nur dahin beantworten, dass dieselbe in ihrem materiellen Substrat, in der organischen Materie, zu suchen sei. Alle Organismen entstehen, so weit die Erfahrung reicht, aus organischen Materien, die als bildungs- gestaltungs- oder organisations-fähig erscheinen. Entweder bilden sie sich aus der Materie eines bei der Gährung und Fäulniss im Zerfallen begriffenen organischen Einzelwesens, wie dies bei der ungleichartigen oder freiwilligen Zeugung der Fall ist, wo die entstehenden Organismen nach Verschiedenheit der äusseren, auf die organischen Materien einwirkenden Einflüsse verschieden ausfallen. Oder es bilden sich Organismen oder organische Gebilde auf bestimmte Weise und in einer bestimmten Form aus flüssigen organischen Materien, die durch die Thätigkeits-Aeusserungen der bestehenden Organismen hervorgebracht sind, wie dies bei der Zeugung durch ältere Organismen, und bei dem Entwickelungs- Bildungs- und Ernährungs-Process der Fall ist. Jede Thier- und Gewächs-Art bietet eine ihr eigenthümliche Organisation dar, und ist im Stande sich bei allem Wechsel und aller Vergänglichkeit der Einzelwesen zu erhalten. Fragen wir weiter, wodurch diese Eigenschaft der Thier- und Gewächs-Arten gegeben ist, so verlieren wir uns in das Gebiet des Unerforschten. Wir sind eben so wenig im Stande über das Entstehen oder Werden der ersten Wesen einer Thier- oder Gewächs-Art etwas Gewisses auszusagen, als wir über das Entstehen der organischen Materien auf unserem Pla-

Digitized by Google

neten Aufschluss geben können, an der wir das Organisiren wahrnehmen. Vorläufig wollen wir die Eigenschaft oder Kraft der organischen Materien, organische Gestaltung und Zusammenfügung, unter gewissen Verhältnissen, anzunehmen, durch den Namen der Bildungs - oder Organisations-Kraft bezeichnen, und sie eben so für eine Eigenschaft der organischen Materien halten, wie wir die Aggregation durch blosse mechanische oder chemische Attraction als eine Eigenschaft der unorganischen Materien betrachten.

Digitized by Google

Zweiter Abschnitt.

Vergleichung der Kraft-Aeusserungen der organischen und unorganischen Körper.

Erstes Kapitel.

Von den Kraft-Aeusserungen, welche die organischen Körper mit den unorganischen gemein haben, und deren Modifikation in ersteren.

§. 48.

Die Thätigkeits- oder Kraft-Aeusserungen der unorganischen Körper lassen sich auf Abstossung und Anziehung zurückführen. Erstere äussert sich als Undurchdringlichkeit und Ausdehnung, letztere als mechanische Anziehung, Schwere, Cohäsion und Adhäsion, so wie als chemische Anziehung oder Wahlverwandtschaft. Die Physiker belegen die in den Körpern vorhandenen Ursachen dieser Erscheinungen mit den Namen der Abstossungs- und Anziehungs-Kraft. Sie haben einen grossen Theil der Gesetze erforscht, nach denen sich diese Kräfte wirksam zeigen, ohne die Grund-Ursache derselben erkannt zu haben.

Digitized by Google

§. 49.

Aehnliche Erscheinungen oder Kraft-Aeusserungen nehmen wir an den lebenden Körpern wahr. Alle sind ausgedehnt und schwer, zeigen Cohäsion und Adhäsion, und in allen kommt das Spiel chemischer Affinitäten vor. Diese Erscheinungen, obgleich Wirkungen der allgemeinen physischen Kräfte, werden aber durch die den organischen Körpern eigenthümlich zukommenden Thätigkeits-Aeusserungen, welche man Leben nennt, und durch Kräfte eigener Art, die organischen, modificirt. Alle physische und chemische Eigenschaften der Pflanzen und Thiere, die Art ihrer Raum-Erfüllung, ihre Ausdehnung, ihr Gewicht, ihre Cohäsion, und die in denselben sich äussernden chemischen Affinitäten sind von den in denselben sich wirksam zeigenden organischen Kräften mehr oder weniger abhängig. Dies ergibt sich schon daraus, dass Pflanzen und Thiere durch andere lebende Körper ihrer Art hervorgebracht werden, und dass alle ihre Eigenschaften, die Gestaltung, die Verhältnisse der Schwere, Adhäsion und Cohäsion, die Form und Mischung ihrer Theile, so wie die Art ihrer eigenthümlichen Wirksamkeit durch die organischen Kräfte der zeugenden Körper bestimmt werden. Wir kennen keinen lebenden Körper, der durch die Wirkung rein physischer oder chemischer Kräfte entstanden wäre. Alle Eigenschaften der organischen Körper sind daher als Wirkungen des Lebens zu betrachten, und selbst die an ihnen vorkommenden Erscheinungen, die sie mit den unorganischen Körpern gemein haben, werden durch ihre eigenthümliche Wirksamkeit modificirt, und sind als den organischen Kräften untergeordnet anzusehen.

§. 50.

Das Gewicht der verschiedenen lebenden Körper ist abhängig von ihrem Leben, und es ist nach den Alterperioden, den Ernährungs-Verrichtungen, und mancherlei ihre Thätigkeits-Aeusserungen verändernden äusseren und inneren Einflüssen verschieden. Auch das specifische Gewicht aller ihrer flüssigen und festen Theile ist während ihres Daseyns fortdauernden Veränderungen unterworfen. Die

Digitized by Google

in den verschiedenen Räumen, Höhlen oder Gefässen der Pflanzen und Thiere enthaltenen Flüssigkeiten werden ferner nicht nach dem blossen Gesetze der Schwere vertheilt; sie werden vielmehr oft gegen ihre Schwere bewegt, und die Art ihrer Bewegung und Vertheilung ist abhängig von ihren Lebens-Aeusserungen.

§. 51.

Der Grad der Cohäsion, Adhäsion und Consistenz der organischen Körper, aller ihrer flüssigen und festen Theile, ist höchst verschieden nach der Dauer ihres Daseyns und nach ihren Thätigkeits-Aeusserungen. Pflanzen und Thiere zeigen beim ersten Entstehen einen geringen Grad von Cohäsion und Consistenz, diese nehmen mit ihrer Entwickelung und Ausbildung zu, und erreichen meist im hohen Alter ihr Maximum. Mancherlei, ihre Lebens-Ausserungen verändernde Einflüsse, Wärme, Licht, Luft, Wasser und Nahrungsmittel bringen Veränderungen in ihren Cohäsions-Verhältnissen hervor. Ja durch innere Thätigkeit wird die Cohäsion verändert, wie diess namentlich bei der Zusammenziehung der Muskeln der Fall ist. Auf gleiche Weise verhält es sich mit den in den lebenden Körpern vorkommenden chemischen Affinitäten. Ihre Mischung im Ganzen und in allen ihren Theilen, mit allen Veränderungen, die während des Daseyns der organischen Körper statt haben, sind als Wirkungen des Lebens zu betrachten.[1]

Die Wärme ferner verbreitet sich in den lebenden Körpern nicht auf dieselbe Weise und nach denselben Gesetzen wie in den leblosen Körpern. Die meisten Thiere erhalten sich in ihrer eigenen Temperatur bei Verschiedenheit der Wärme der sie umgebenden Medien.

1) Dies hat auch Berzelius (Lehrbuch der Chemie B. 3. Abth. 1. S. 135.) anerkannt, indem er sagt: In den lebenden Körpern scheinen die Elemente anderen Gesetzen zu gehorchen, als in den todten oder leblosen Körpern; die Producte ihrer gegenseitigen Einwirkungen sind daher von anderer Art, als die in den leblosen Körpern. Die Ursache dieser Verschiedenheit zwischen dem Verhalten der Elemente in den lebenden Körpern hat sich bisher der Erforschung entzogen, und wir suchen sie in einer Kraft eigener Art, die nur den lebenden Körpern zukommt, der Lebenskraft. Dieses Etwas liegt gänzlich ausser-

Digitized by Google

halb der unorganischen Elemente, und ist nicht eine ihrer ursprünglichen Eigenschaften, wie Schwere, Undurchdringlichkeit, elektrische Polarität u. s. w.; aber was es ist, wie es entsteht und endigt, begreifen wir nicht.

§. 52.

Selbst wenn das Leben der organischen Körper erloschen ist, so müssen wir die ihnen im Tode bis zum Zerfallen der Organisation noch zukommenden Eigenschaften als Folgen der in denselben wirksam gewesenen organischen Kräfte ansehen. Bichat [1] führte neben den Kräften des Lebens besondere Eigenschaften der organischen Körper an, wozu er die Ausdehnbarkeit, Contractilität und Elasticität der Gewebe zählte, welche er in ihrer Textur und in der Anordnung der sie zusammen setzenden Molekülen begründet ansah. Er betrachtete sie als unabhängig vom Leben, weil sie nach dem Tode fortbestehen, und erst nach dem Eintritt der Fäulniss und der Zersetzung der Organe vernichtet würden. Das Leben vermehre wohl ihre Energie, aber es bedinge sie nicht. Auch diese Eigenschaften der Gewebe sind Wirkungen der thätig gewesenen Kräfte des Lebens; denn die Gewebe wurden ja eben während des Lebens und durch dieses hervorgebracht. Die ihnen nach dem Tode noch inhärirenden Eigenschaften sind in ihrer Mischung und Textur begründet, welche durch Lebens-Aeusserungen hervorgebracht wurden. Sobald das unbeschränkte Spiel der chemischen Affinitäten in den todten Körpern bei der Gährung und Fäulniss eintritt, verschwinden auch diese Eigenschaften der Gewebe, und sie werden als die letzten Reste der Wirkungen des Lebens zerstört.

1) Ueber das Leben und den Tod. S. 43. Allgemeine Anatomie. B. 1. Abth. 1. S. 35.

§. 53.

Es ergibt sich hieraus, dass die Eigenschaften der organischen Körper, sowohl die, welche sie während des Lebens zeigen, als auch die nach dem Erlöschen des Lebens noch vorhandenen, als Wirkungen und Folgen von Kräften eigener Art, die nur in den organischen Körpern sich wirksam äussern, betrachtet werden müssen. In den organischen

Digitized by Google

Körpern sind alle Erscheinungen, selbst die der allgemeinen physischen Kräfte, durch das Leben und seine Kräfte bedingt oder modificirt. Sehr wahr sagt Reil [1]: in einem lebendigen Organ ist nichts, auch die Elasticität nicht todt, sondern modificirt durch das, was wir Leben nennen. Die Lebens-Aeusserungen lassen sich nicht, so weit wir sie kennen, aus den allgemein physischen Kräften erklären [2]. Weder die Repulsions- noch Attractions-Kraft, und deren Modifikationen reichen nach den bis jetzt angestellten Untersuchungen zur Erklärung des Lebens hin. Schon oft ist der vergebliche Versuch gemacht worden, das Leben aus den Gesetzen der Mechanik, Physik und Chemie abzuleiten und zu erklären. Diesen Missgriff begingen die Physiologen und Aerzte der jatromechanischen und jatrochemischen Schulen. Ausgezeichnete Naturforscher haben zu allen Zeiten diesen Irrthum erkannt, und haben sich solchen Lehren widersetzt. Vielleicht liegt die Unerklärbarkeit der Thätigkeits-Aeusserungen der lebenden Körper aus den Gesetzen der übrigen Naturkräfte in unserer mangelhaften Erkenntniss der Natur-Erscheinungen überhaupt. Allein, so lange sie nicht aus diesen erklärt sind, halten wir uns für berechtigt, sie vorläufig als durch Kräfte eigener Art bedingt anzusehen.

1) Archiv für die Physiologie. B. 7. S. 438.

2) Buffon *(Histoire naturelle, T. 2. p. 50.) J'avoue que je pense bien différemment de ces philosophes, il me semble qu'en n'admettant qu'un certain nombre des principes méchaniques, ils n'ont pas senti combien ils rétrécissoient la philosophie, et ils n'ont pas vu, que pour un phénomene qu'on pourroit y rappeler, il y en avoient mille qui en étoient indépendens. L'idée de ramener l'explication de tous les phénomenes à des principes méchaniques, est assurément grande et belle, ce pas est le plus hardi qu'on pût faire en philosophie, et c'est Descartes qui l'a fait; mais cette idée n'est qu'un projet. — Le défaut de la philosophie d'Aristote étoit d'employer comme causes tous les effets particuliers, celui de celle de Descartes est de ne vouloir employer comme causes, qu'un petit nombre d'effets généraux, en donnant l'exclusion à tout le reste. Il me semble que la philosophie sans défaut seroit celle où l'on n'employeroit pour causes que des effets généraux, mais où l'on chercheroit en même temps à en augmenter le nombre, en tâchant de généraliser les effets particuliers.*

Digitized by Google

Zweites Kapitel.

Von den eigenthümlichen Thätigkeits-Aeusserungen der organischen Körper überhaupt.

§. 54.

Alle organische Körper, Pflanzen und Thiere, sind in anhaltender Thätigkeit und fortdauernden Veränderungen begriffen. Dies ist die allgemeinste, an allen lebenden Körpern wahrnehmbare Erscheinung. Unterwerfen wir diese Erscheinung einer Analyse, so nehmen wir wahr, dass es Thätigkeits-Aeusserungen und Veränderungen gibt, die während des Daseyns jedes organischen Körpers ohne Unterbrechung statt finden; andere, die nur einmal eintreten und nicht wiederkehren; und noch andere, die sich in gewissen Zeiträumen wiederholen.

§. 55.

Zu den in jedem organischen Einzelwesen anhaltend fortdauernden Thätigkeits-Aeusserungen gehört die Ernährung oder Selbst-Erhaltung in eigenthümlicher Mischung, Organisation und Wirksamkeit. Bei einer Untersuchung der Vorgänge, durch welche sich die Einzelwesen erhalten, ergibt sich, dass es folgende sind:

1) Aufnahme von Materien aus der Aussenwelt, und zwar in tropfbar-flüssiger oder fester Form, als Nahrungsmittel, vollzogen durch Einsaugung oder durch Bewegungen eigener Art;

Digitized by Google

2) Anziehung von luftförmigen Materien aus den die lebenden Körper umgebenden Medien, und Ausscheidung von Bestandtheilen in Luftform, Athmen;

3) Umwandlung der aufgenommenen Nahrungsmittel und luftförmigen Stoffe in die eigenthümliche Säftemasse der organischen Körper, Verähnlichung;

4) Bewegung der Säfte durch die zwischen den festen Theilen befindlichen Räume, Saftbewegung;

5) Uebergang der Säfte in die feste Form, oder Verbindung derselben mit den festen Theilen, und Erhaltung dieser in ihren Eigenschaften, eigentliche Ernährung;

6) Endlich Bereitung von Flüssigkeiten eigener Art aus den Säften, Absonderung.

Dies sind die in allen lebenden Körpern, den Gewächsen und Thieren, mehr oder weniger bemerkbaren und in höherem oder geringerem Grade vorkommenden Vorgänge, die man mit dem Namen der Ernährungs-Verrichtungen bezeichnet. Durch sie erhalten sie sich eine Zeit lang in den, der Art, zu der sie gehören, entsprechenden Eigenschaften. Die eigentliche, ihr Bestehen bedingende Ernährung dauert in allen organischen Körpern ohne Unterbrechung fort, obgleich oft nur in sehr geringem Grade. Die übrigen die Erhaltung vermittelnden Thätigkeits-Aeusserungen zeigen nicht selten längere oder kürzere Unterbrechungen, wie dies unter andern während der Winter-Erstarrung vieler Gewächse und Thiere der Fall ist. Im Allgemeinen sind die eintretenden Intervalle bei den verschiedenen Gruppen von lebenden Körpern um so seltener und kürzer, je zusammengesetzter ihre Organisation und je intensiver ihre Kraft-Aeusserungen sind.

§. 56.

Die Materien, welche die lebenden Körper zum Behufe ihrer Ernährung von Aussen aufnehmen, sind Bestandtheile der Luft, Wasser und organische Materien einfacher oder zusammengesetzter Art. Die organischen Substanzen werden vorzugsweise Nahrungsmittel genannt. Die lebenden Körper dienen sich entweder selbst zur Nahrung, das heisst: sie verzehren sich wechselseitig; oder sie nähren sich von or-

Digitized by Google

ganischen Auswurfsstoffen; oder endlich sie nehmen Materien auf, die von dem Zerfallen und der Auflösung abgestorbener Körper herrühren. Das aus eigenthümlichen Verbindungen bestehende materielle Substrat der organischen Körper, die wir früher organische Materien nannten, ist demnach die Hauptquelle, aus der die lebenden Körper den Stoff zu ihrer Ernährung entnehmen[1]. Diese von einem lebenden Körper in den andern übergehenden organischen Verbindungen enthalten in sich die nothwendigen Eigenschaften, um wieder in die organische Bildung durch die Thätigkeits-Aeusserungen der lebenden Körper zurückzukehren, und sich als lebend wirksam zu zeigen. Die Nahrungsmittel sind lebensfähige Materien, die unter Mitwirkung der lebenden Körper fortdauernd die Form ändern.

Für die unorganischen oder leblosen Körper, die während ihres Daseyns in keinem Austausch und Wechsel ihrer Materien begriffen sind, gibt es keine Nahrungsmittel.

1) Sehr wahr sagt Buffon (*Hist. naturelle, T. 2. p. 306*): *La matière qui sert à la nutrition et à la reproduction des animaux et des végétaux est la même; c'est une substance productive et universelle composée de molécules organiques toujours existantes, toujours actives, dont la réunion produit les corps organisés. La nature travaille toujours sur le même fond, et ce fond est inépuisable; mais les moyens qu'elle emploie pour le mettre en valeur, sont différens les uns des autres.*

§. 57.

Das Aufnehmen der Nahrungsmittel wird durch besondere Thätigkeits-Aeusserungen der lebenden Körper vollzogen. Die allgemeinste, die Aufnahme des Aliments bewirkende, Thätigkeits-Aeusserung, die sowohl bei den Gewächsen als Thieren vorkommt, ist die Einsaugung. Die Pflanzen nehmen ihre Nahrungsmaterien in flüssiger Form allein durch sie auf, und zwar bei weitem die grösste Anzahl mittelst eigener Gebilde, den Wurzeln. Bei den Thieren geschieht die Aufnahme der Nahrungs-Substanzen vorzüglich durch Einsaugung, so lange sie noch im Eye verweilen. Nach der Durchbrechung der Eyhüllen aber wird der Mund die Haupt-Oeffnung, durch welche das Thier die Nahrungsmittel in flüssiger oder fester Form aufnimmt, und

Digitized by Google

erst im Inneren, im Nahrungs-Schlauch, erfolgt die Anziehung des Aliments mittelst Einsaugung. Die Aufnahme der Nahrungsmittel in den Mund wird aber durch Bewegungen eigener Art vollzogen, auf die wir späterhin zurückkommen werden.

Aufnahme von Materien durch Einsaugung oder mittelst Bewegungen vollzogen, zum Behufe ihrer Erhaltung, findet bei keinem Mineral-Körper statt.

§. 58.

Die von den Pflanzen und Thieren durch Einsaugung, und bei letzteren auch durch den Mund, aufgenommenen Nahrungsmittel gehen nicht unmittelbar, ohne weitere Veränderungen zu erleiden, in die Masse der festen Theile über. Sie erlangen vielmehr zuvor in besonderen Räumen die Eigenschaften der flüssigen Theile oder der Bildungssäfte derjenigen Organismen, in deren Zusammensetzung sie eingehen sollen, ehe sie sich mit denselben verbinden und deren vitale Eigenschaften zeigen. Die Umwandlung der Nahrungsmittel in die eigenthümliche Säftemasse der lebenden Körper nennt man Verähnlichung.

Für die Verähnlichung der von den Wurzeln oder von andern Gebilden der Gewächse aufgenommenen Nahrungs-Materien sprechen mehrere Thatsachen. Bekannt ist, dass die in ihrer Form und Mischung verschiedenartigsten Pflanzen in demselben Boden und bei gleichen Nahrungs-Materien keimen, wachsen, und eigenthümliche Verbindungen hervorbringen. Ferner sieht man Zweige verschiedener Abarten von Gewächsen auf einem Stamm gepfropft oder inoculirt, die ihre eigenthümlichen Blätter, Blüthen und Früchte treiben, obgleich sie die mittelst der Wurzeln aufgenommene Nahrungs-Flüssigkeit mit dem Baume gemein haben, worauf sie verpflanzt worden sind. Es ergibt sich hieraus, dass die rohe Nahrungs-Flüssigkeit jener durch besondere Thätigkeits-Aeusserungen der transplantirten Theile der Gewächse ihrer Säftemasse verähnlicht werden muss, ehe sie sich mit den festen Theilen derselben verbinden und deren Eigenschaften zeigen kann. Jede Gewächsart bereitet aus den Nahrungsmitteln ihre eigenthümliche, mit specifiken Eigenschaften begabte Nahrungs-Flüs-

Digitized by Google

sigkeit, welche die Beschaffenheit ihrer festen Theile anzunehmen im Stande ist.

Auch die Nahrungsmittel der Thiere haben nicht eine solche Beschaffenheit, um unmittelbar in ihre festen Theile übergehen zu können, und deren Organisation und Lebens-Aeusserungen zu zeigen. Sie müssen vielmehr durch mancherlei Vorgänge erst in ihre eigenthümliche Nahrungs-Flüssigkeit verwandelt werden, ehe sie hierzu befähigt sind. Die verschiedenartigsten Thiere ferner nehmen oft gleiche Nahrungsmittel auf, und dennoch behauptet jedes seine ihm eigenthümliche Mischung und Organisation, und übt seine besondere Lebens-Aeusserungen aus.

§. 59.

Die Assimilation der Nahrungsmittel wird auf zwei Wegen zu Stande gebracht. Theils wird sie durch Flüssigkeiten bewirkt, welche die organischen Körper den Nahrungsmitteln in denjenigen Räumen zusetzen, in die sie dieselben aufgenommen haben, und wodurch deren Eigenschaften verändert und den ihrigen ähnlicher gemacht werden. Theils aber wird sie dadurch vollzogen, dass die mit den zugesetzten Säften vermischten Nahrungsmittel der Einwirkung der atmosphärischen Luft ausgesetzt werden, wobei sich Bestandtheile derselben mit jenen verbinden und sie dagegen Materien an das sie umgebende Medium absetzen. Jenen Vorgang nennt man die Verähnlichung in den ersten Nahrungswegen, dieser dagegen ist die Verähnlichung durch das Athmen. Beide Vorgänge sind Thätigkeits-Aeusserungen eigener Art, die nur die lebenden Körper auszuüben im Stande sind, und die den leblosen Körpern gänzlich abgehen.

§. 60.

Die Verähnlichung der Nahrungsmittel in den ersten Nahrungswegen erfolgt bei den organischen Körpern der einfachsten Art, die aus blossem Zellgewebe oder Schleimstoff bestehen, wie die Cryptogamen und einige Thiere, ohne Mundöffnung, unmittelbar in diesem, welcher auch die Nahrungsmittel in flüssiger Form durch Einsaugung in sich aufgenommen hat. Bei den zusammengesetzteren lebenden

Digitized by Google

Körpern dagegen sind besondere Räume vorhanden, in welche die Nahrungsmittel gelangen, und wo sie verähnlicht werden. Diese sind bei den Gewächsen die von den Wurzeln aufsteigenden Saftkanäle. In den Thieren ist eine schlauchartige Höhle, der Nahrungskanal, die Verdauungshöhle oder der Darmkanal, vorhanden, in den zunächst die Nahrungsmittel aufgenommen werden, und wo deren Verähnlichung durch Zusatz von abgesonderten Säften bewirkt wird. Die unorganischen Körper enthalten nicht solche Räume, die sie mit von Aussen aufgenommenen Materien füllen, und allmählich in ihre Mischung umwandeln.

§. 61.

Alle organische Körper, Gewächse und Thiere, unterhalten mit den Medien, die sie bewohnen, einen Wechsel-Verkehr. Sie ziehen entweder unmittelbar aus der Atmosphäre oder der dem Wasser beigemischten Luft Bestandtheile derselben an, die sich mit ihrer Säftemasse verbinden. Dagegen aber geben sie Bestandtheile ihrer Säfte an die Medien zurück. Man nennt diesen Austausch von luft- oder dunst-förmigen Materien Athmen. Bei den Gewächsen und Thieren der einfachsten Art, den Cryptogamen, Polypen, Medusen u. a. sind keine besondere Werkzeuge vorhanden, durch welche das Athmen bewerkstelligt wird; es erfolgt vielmehr auf ihrer ganzen Oberfläche. Bei den in der Organisation zusammengesetzteren Pflanzen und Thieren dagegen findet nicht nur Athmen auf der ihre äussere Abgränzung bildenden Rinde und Haut statt, sondern sie sind noch mit Gebilden eigener Art ausgerüstet, welche das Athmen zu Stande bringen. Bei den Gewächsen sind die Blätter die Athmungs-Werkzeuge. In den luftathmenden Thieren kommen Lungen oder Tracheen vor; in den wasserathmenden Thieren Kiemen oder Wasser in sich aufnehmende Kanäle. Durch das Athmen erlangt die in den ersten Nahrungswegen aus den Alimentarstoffen bereitete Flüssigkeit erst die nöthigen Eigenschaften, um als Ernährungs- oder Bildungs-Saft in die Masse der festen Theile überzugehen, sich mit denselben zu verbinden, deren organisches Gefüge anzunehmen und deren vitale Thätigkeits-Aeusserungen zu zeigen. Das Athmen ist ein or-

Digitized by Google

ganischer Vorgang, von dessen Fortdauer das Bestehen der lebenden Körper in so fern abhängig ist, als sie ohne dasselbe nicht ernährt und zu ihren Kraft-Aeusserungen befähigt werden.

Unorganische Körper unterhalten keine zu ihrer Erhaltung nothwendige Wechselwirkung mit den Medien, in denen sie vorkommen, und es findet bei ihnen kein Austausch von luftartigen Materien statt, durch den ihr Daseyn bedingt wäre. Das Athmen müssen wir daher für eine den organischen Körpern eigenthümliche Thätigkeits-Aeusserung halten.

§. 62.

Sollen die von aussen in verschiedene Räume und Kanäle der organischen Körper aufgenommenen und durch die Vorgänge des Assimilirens in die Ernährungs- oder Bildungs-Flüssigkeit umgewandelten Nahrungsmittel in die festen Theile übergehen und zu ihrer Ernährung verwendet werden, so müssen sie den letzteren zugeführt und durch den Körper vertheilt werden. Die Ernährung setzt also Bewegungen der Nahrungsflüssigkeiten voraus. In den Gewächsen sind die aufgenommenen und verähnlichten Flüssigkeiten in Bewegung. Der rohe, mittelst der Wurzeln aufgesaugte, Pflanzensaft steigt in besonderen Gefässen des Stammes oder Stengels zu den Blättern auf, in denen er unter dem Einflusse der atmosphärischen Luft in den eigentlichen Ernährungs- und Bildungs-Saft verwandelt wird. Dieser Saft wird durch Gefässe eigener Art von den Blättern weggeleitet und allen Theilen der Pflanze zugeführt.

In allen Thieren werden die durch eigene Bewegungen in den Nahrungs-Schlauch, den Darmkanal, aufgenommenen Nahrungsmittel, durch abwechselnd erfolgende Zusammenziehung und Ausdehnung der Wandungen des Nahrungsschlauchs bewegt. Die durch den Zusatz von Säften während des Verweilens im Nahrungsschlauch flüssig gewordenen oder für sich schon flüssigen, und durch die Beimischung von Säften verähnlichten Nahrungsmittel werden eingesaugt und gelangen bei weitem in den meisten Thieren, den Säugethieren, Vögeln, Amphibien, Fischen, Crustaceen, Arachniden, Insekten, Mollusken, Würmern und

Digitized by Google

Strahlthieren in Gefässe eigener Art. Die durch den Körper des Thieres sich baumartig verzweigenden Gefässe stehen mit allen Theilen des Thierkörpers in Verbindung. Die Stämme der Gefässe und ihre feinsten Verzweigungen sind so mit einander verbunden, dass die in ihnen enthaltene Flüssigkeit von dem einen in den andern Stamm sich ergiessen kann. Die Verbindung der Stämme wird in der grössten Anzahl von Thieren durch einen hohlen, während des Lebens in abwechselnden Contractionen und Expansionen begriffenen Muskel, das Herz, vermittelt.

Die aus den Nahrungsmitteln bereitete, und das Gefäss-System ausfüllende Flüssigkeit, das Blut, ist in fortdauernden Bewegungen begriffen. Eines Theils strömt es durch besondere Gefässe, die Pulsadern von dem Herzen oder von den Stämmen aus, die sich im Körper ästig vertheilen; anderen Theils kehrt es aus den Verzweigungen, in die sich die Pulsadern auflösen, durch Gefässe, die sich wieder zu Stämmen vereinigen, die Venen, zu dem Herzen oder den Pulsaderstämmen zurück. Die in dem Gefässsystem enthaltene Flüssigkeit wird fortdauernd in einer Abtheilung desselben, die sich in die Athmungsorgane verzweigt, der Einwirkung der atmosphärischen Luft ausgesetzt; während sie in der in alle übrigen Organe eingehenden Abtheilung des Gefässsystems zu deren Ernährung, so wie in mehreren Organen zur Absonderung von besonderen Säften verwendet wird. In den einfacher gebildeten Thieren, den Polypen, Eingeweidewürmern und einigen andern, in denen bis jetzt kein Gefässsystem für die Saftbewegung nachgewiesen worden ist, findet eine Bewegung der assimilirten Nahrungsflüssigkeit aus dem Nahrungsschlauch in das Parenchym ihres Körpers statt, wo sie sich mit diesem verbindet.

Regelmässige Bewegungen von Flüssigkeiten in besonderen Räumen und in besonderen Strömungen, Saftbewegung, kommt also in allen organischen Körpern vor, und von ihr ist das Bestehen derselben abhängig, in wiefern sie die Vorgänge des Ernährens bedingt. Eine Bewegung der Art ist bis jetzt in keinem unorganischen Körper beobachtet worden; wir müssen sie daher als eine den lebenden

Digitized by Google

Körpern eigenthümliche Thätigkeits-Aeusserung, als eine Lebens-Erscheinung, betrachten.

§. 63.

Eine weitere, allen organischen Körpern, den Gewächsen und Thieren, zukommende Thätigkeits-Aeusserung ist der Uebergang der aus den aufgenommenen Nahrungsmitteln bereiteten, unter dem Einflusse des Athmens hervorgebrachten, und in Bewegung begriffenen Nahrungs-Flüssigkeit in die festen Theile, deren Mischung, Organisation und vitale Eigenschaften sie annimmt. In den Gewächsen, namentlich den zusammengesetzten, den Monokotyledonen und Dikotyledonen, wird der in den Blättern aus dem rohen Nahrungssaft bereitete gerinnbare Bildungssaft durch Gefässe eigener Art aus denselben weggeleitet, im Körper verbreitet und zur Ernährung und zum Wachsthum der festen Theile verwendet. In den Thieren, die mit besondern Werkzeugen für die Saftbewegung ausgerüstet sind, wird die aus den Nahrungsmitteln bereitete und durch die Vorgänge des Athmens in Blut verwandelte Nahrungs-Flüssigkeit allen Organen durch Gefässe zugeführt. Jedes Organ eignet sich Bestandtheile des Bluts an und bringt sie durch seine Thätigkeit in seine Mischung und sein organisches Gefüge; worauf sie dieselben vitalen Eigenschaften zeigen, wie die Organe die sie mit sich verbinden. In Thieren ohne Kreislauf des Bluts dringt das Nahrungs-Fluidum aus dem Speiseschlauch unmittelbar in ihre Substanz, oder wird durch gefässartige Verlängerungen dieses dahin abgesetzt. Bestandtheile der dem Wasser beigemischten Luft, durchdringen die weiche Oberfläche der Thiere und scheinen sich mit der Nahrungsflüssigkeit zu verbinden, worauf sie sich mit deren Parenchym identificirt.

Jene allen lebenden Körpern zukommende Thätigkeits-Aeusserung nennt man Ernährung. In unorganischen Körpern kommt sie nicht vor. Sobald die in chemischen Affinitäts-Verhältnissen stehenden unorganischen Materien sich in Umständen befinden, welche den Krystallisations-Process befördern, so ziehen sie sich wechselseitig nach den Gesetzen der Attraction an und die Krystalle bilden sich. Mit Beendigung der Krystallisation tritt Ruhe ein, und es

Digitized by Google

hat keine weitere Thätigkeits-Aeusserung statt, die mit der Ernährung der lebenden Körper verglichen werden könnte [1].

1) Sehr treffend sagt Blumenbach (*Institutiones physiologicae ed. 4. p. 383*) von der Ernährung: *Est autem nutritio summum naturae privilegium, et omnium et singulorum in utroque regno corporum organicorum communis et princeps praerogativa, qua machinas et automata humano artificio confecta, primo statim intuitu mirum quantum longissime superant, etc.*

§. 64.

Die organischen Körper sondern Bestandtheile aus ihrer Säftemasse in dunst- oder tropfbar-flüssiger Form ab, die theils als Auswurfs-Materien in die Medien, die Luft oder das Wasser, worin sie sich aufhalten, ausgestossen, theils zum Assimiliren der aufgenommenen Nahrungsmittel oder zur Zeugung verwendet werden. Die Gewächse dünsten durch die Blätter aus, und bei den meisten exhaliren die Blüthen riechbare Materien. Bei allen Pflanzen wird die Materie, woraus sich der Keim bildet, als eine Flüssigkeit abgesondert, und bei der grösseren Zahl erfolgt noch die Absonderung des Blüthenstaubs, welcher zur Befruchtung des Keims nothwendig ist. Die Thiere stossen Materien auf verschiedenen Wegen aus, namentlich durch die Haut, die Athmungsorgane, so wie viele auch durch den Nahrungskanal und durch Harnwerkzeuge. Bei allen mit einem Darmkanal versehenen Thieren wird ein Fluidum von der inneren Fläche desselben abgesondert, der Magensaft, der auflösend und verähnlichend auf die Nahrungsmittel wirkt. Zu den die Assimilation der Nahrungsmittel bewirkenden Flüssigkeiten gehören ferner bei den zusammengesetzten Thieren der Speichel, die Galle, der pankreatische Saft und die Darmflüssigkeit. Bei allen Thieren wird ferner die Materie, woraus sich ein neues Wesen derselben Art bilden soll, die Keimflüssigkeit, aus dem verähnlichten Nahrungssaft abgesondert. In den meisten endlich wird eine Flüssigkeit in besondern Organen secernirt, welche die im Eye eingeschlossene Keimflüssigkeit zum Bilden bestimmt. Diese ist der männliche Samen.

Auch die Absonderung ist eine den lebenden Körpern zukommende eigenthümliche Thätigkeits-Aeusserung. In un-

Digitized by Google

organischen Körpern findet keine Absonderung statt. Erfolgt Abstossung ihrer Bestandtheile, so ist diese immer eine Wirkung von eingetretenen chemischen Zersetzungen, durch äussere Einwirkungen bedingt, womit eine Zerstörung ihrer Form verbunden ist.

§. 65.

Die so eben genannten Thätigkeits-Aeusserungen, die Aufnahme von Nahrungsmaterien, die Einsaugung, die Verähnlichung, das Athmen, die Saftbewegung, die Ernährung und Absonderung sind von einander abhängig, oder sie bedingen sich wechselseitig. Die Einsaugung bedingt die Assimilation in so fern sie die zu assimilirenden Nahrungsmittel aufnimmt. Die Assimilation wird bedingend für die Ernährung, indem sie die Materien zum Ernähren und Bilden zubereitet. Die Bewegung der Nahrungsflüssigkeit erscheint als eine Bedingung für die Vorgänge des Ernährens, weil sie den festen Theilen die Materie zum Behufe des Ernährens zuführt. Die Ernährung bedingt aber auch wieder die Einsaugung, die Assimilation und die Saftbewegung, in so fern als sie die Gebilde, welche diese Thätigkeits-Aeusserungen ausüben, in einem Zustande erhält, der sie zu der Ausübung derselben befähigt. Die Absonderung setzt Einsaugung, Assimilation, Saftbewegung und Ernährung voraus. Sie selbst zeigt sich für jene Thätigkeits-Aeusserungen als eine nothwendige Bedingung, indem sie durch Bereitung und Zusatz von Flüssigkeiten die Assimilation der Nahrungsmittel bewirkt, und durch die Ausscheidung von Auswurfsmaterien die Nahrungs-Flüssigkeit in einer Beschaffenheit erhält, welche sie zur Ernährung der einsaugenden, assimilirenden und die Saftbewegung bewirkenden Gebilde befähigt. Kurz alle die Erhaltung der organischen Körper bewirkenden Thätigkeits-Aeusserungen sind wechselseitig von einander abhängig und durch einander bedingt.

§. 66.

So lange die organischen Körper jene Ernährungs-Verrichtungen ausüben, und sich dadurch in ihrer eigenthümlichen Mischung, Gestaltung, Organisation und Wirksamkeit im Conflicte mit äusseren Einflüssen, die auf ihre Zerstö-

Digitized by Google

rung hinwirken, und sie den Gesetzen der chemischen Affinitäten zu unterwerfen streben, selbstthätig erhalten und ihr Daseyn sichern, nennen wir sie lebend [1]. Erlöschen aber jene Thätigkeits-Aeusserungen, so werden die jene zusammensetzenden Materien nach den Gesetzen der chemischen Wahlverwandtschaft, unter Einwirkung der äusseren Einflüsse, der Wärme, der Luft und des Wassers aus ihrer Verbindung gerissen, sie gehen neue Verbindungen ein, und die organische Mischung, Gestaltung und Anordnung zerfällt und wird zerstört. Die allgemeinste Thätigkeits-Aeusserung der lebenden Körper ist also Selbsterhaltung durch eigene Wirksamkeit, bei statt findenden mehr oder weniger rascherfolgenden Veränderungen und einem Wechsel ihres materiellen Substrats [2].

Unorganische Körper sind nicht in anhaltenden Veränderungen und in einem fortdauernden Wechsel ihrer Materie, wie die lebenden Körper bei dem Ernährungs-Processe, begriffen. Sie befinden sich vielmehr in einem Zustande von Ruhe und Trägheit, und verändern sich nicht durch sich selbst, eben dadurch bestehen sie. Die nach den Gesetzen der chemischen Wahlanziehung zu Krystallen verbundenen und durch Cohäsion zusammen gehaltenen Materien beharren nur so lange in ihrer eigenthümlichen Form als keine Veränderungen in ihrer Mischung durch äussere Einwirkungen hervorgebracht werden. Während also das Daseyn und Bestehen der organischen Körper durch fortdauernde Veränderungen und einem Wechsel ihres materiellen Substrats bedingt wird, so wird eben dadurch die Existenz der unorganischen Körper in ihrer eigenthümlichen Form gefährdet und zerstört.

1) In der Eigenschaft der organischen Körper, sich in ihrer eigenthümlichen Mischung zu erhalten, suchte Stahl das Leben *(Theoria medica vera). Vita nihil aliud est formaliter, quam conservatio corporis in mixtione quidem corruptibili, sed sine omni corruptionis actuali eventu.* Sein Commentator Juncker sagt: *Illud putredini contrarium, quod vitae nomine salutamus.* Auch John Hunter äussert: das Leben sei ein grosser chemischer Process, der selbst im scheinbaren Zustande der Ruhe fortwirke, den äusseren chemischen Einwirkungen Widerstand leiste, und eine Zersetzung der Körper, in denen er thätig sei, verhindere.

Digitized by Google

2) Sehr treffend sagt Cuvier *(Le Regne animal T. 1. p. 12). Si pour nous faire une idée juste de l'essence de la vie, nous la considerons dans les êtres où ses effets sont le plus simples, nous apercevrons promptement qu'elle consiste dans la faculté qu'ont certaines combinaisons corporelles de durer pendant un temps et sous une forme déterminée, en attirant sans cesse dans leur composition une partie des substances environnantes, et en rendant aux élémens des portions de leur propre substance. La vie est donc un tourbillon plus ou moins rapide, plus ou moins compliqué —*

§. 67.

Ausser jenen, allen lebenden Körpern zukommenden eigenthümlichen Thätigkeits-Aeusserungen, durch welche sie sich selbstthätig im Conflicte mit äusseren, auf ihre Zerstörung hinwirkenden Einflüssen eine Zeit lang erhalten, nehmen wir in den Thieren noch Kraft-Aeusserungen wahr, von denen sich auch nicht ein entferntes Analogon bei den unorganischen Körpern zeigt. Diese sind die Seelen-Aeusserungen, die Eigenschaft zu empfinden, und sich ganz oder theilweise durch eigene Thätigkeit zu bewegen. Hierauf werden wir im nächsten Buche zurückkommen.

§. 68.

Die zweite Gruppe von Veränderungen der organischen Körper, die nur einmal während des Daseyns jedes Einzelwesens eintreten und nicht wiederkehren, sind die, mit dem Entstehen, Entwickeln und den Lebens- oder Alters-Perioden verbundenen Erscheinungen. Sie erfolgen im Ganzen bei jedem Einzelwesen unter denselben wesentlichen Erscheinungen, nur ungemein verschieden nach den Arten, zu denen die Einzelwesen gehören. Was zuvörderst das Entstehen betrifft, so bemerken wir, dass alle Gewächse und Thiere, so weit die Erfahrung reicht, sich aus organischen Materien bilden, die in die Zusammensetzung von bereits vorhandenen lebenden Körpern eingingen. Das erste Rudiment eines lebenden Körpers nimmt entweder seinen Ursprung aus dem materiellen Substrat eines organischen Körpers, nach dem Erlöschen seiner individuellen Kraft-Aeusserungen, oder es entsteht aus der Materie der organischen Körper unter Mitwirkung der Thätigkeits-Aeusserungen noch lebender Wesen. Erstere Entstehungsart nennt

Digitized by Google

man die freiwillige oder spontane Zeugung; letztere dagegen ist die Erzeugung durch Fortpflanzung mittelst älterer Organismen.

§. 69.

Obgleich Harvey, Linné und andere ausgezeichnete Naturforscher die Behauptung aufgestellt hatten, lebende Körper seyen nur im Stande sich durch Eyer und Samen fortzupflanzen, und neu entstehende Pflanzen und Thiere könnten nur als Erzeugnisse der Thätigkeits-Aeusserungen schon vorhandener ihres Gleichen angesehen werden; so ist diese Behauptung dennoch, als zu allgemein ausgesprochen, erkannt worden. Aus den von Needham [1], Priestley [2], Ingenhouss [3], Monti [4], Wrisberg [5], O. F. Mueller [6], G. R. Treviranus [7], u. a. gemachten Erfahrungen geht hervor, dass viele der einfachsten und auf der niedersten Stufe der Organisation stehenden Pflanzen- und Thier-Formen ohne Mitwirkung anderer lebender Wesen, aus der bei der Gährung und Fäulniss im Zerfallen begriffenen materiellen Grundlage abgestorbener organischer Körper, unter gewissen günstigen äusseren Bedingungen, sich bilden können. Zu diesen gehören die Aufgussthiere *(Infusoria, animalcula microscopica)*, die Priestley'sche grüne Materie, die Byssusarten, die Pilze u. a. Den Ursprung der Infusorien, mit ihrem Entdecker, Leeuwenhoek, sowie der übrigen so eben genannten Körper, mit Spallanzani [8], Bonnet [9], Terechowsky [10], u. a. von Eyern und Samen abzuleiten, ist, wie schon Buffon bemerkt hat, und sich aus den von obigen Naturforschern, besonders von Treviranus, entwickelten Gründen ergibt, eine unhaltbare, auf gewagte Voraussetzungen und falsche Analogien sich stützende Annahme. Auch die neueren von Fray, Gruithuisen, Nitzsch [11], Maerklin [12], Bory de St. Vincent [13], u. a. gemachten Versuche und Beobachtungen, so wie die von Schweigger [14], Carus [15], und Burdach [16], angestellten Untersuchungen sprechen für eine Erzeugungsart, ohne Mitwirkung älterlicher Organismen, aus der Materie abgestorbener organischer Körper. Solche organische Körper der einfachsten Art erscheinen in künstlich bereiteten Aufgüssen sowohl der einfachen organischen Verbindungen, des Eyweissstoffs, Faserstoffs, der Gallerte, des Thier- und Pflanzen-Schleims, Satzmehls, Klebers, als der

Digitized by Google

daraus zusammengesetzten Verbindungen, sobald sie anfangen unter Mitwirkung der Wärme und der Luft in Zersetzung überzugehen.

1) *An account of some new microscopical discoveries. London* 1745. 8.

Nouvelles decouvertes faites avec le microscope. Leide 1747.

Nouvelles observations microscopiques. Paris 1750. 8.

2) Versuche und Beobachtungen über verschiedene Theile der Naturlehre. B. 1. S. 261.

3) *Experiments on vegetables. London* 1779.

Vermischte Schriften physisch-medizinischen Inhalts. Wien 1784. B. 2. N. 3.

4) *Commentat. Academ. Bononienses. T.* 3. *p.* 145.

5) *Observationum de animalculis infusoriis satura. Göttingae* 1765. 8.

6) *Historia vermium. Vol.* 1. *P.* 1. *p.* 1.

Animalcula infusoria fluviatilia et marina. Op. posth. edit. cura Ott. Fabricii. Havn. 1786.

7) *Biologie. B.* 2. *S.* 264.

8) *Saggio di osservazioni microscopiche concernenti il systema della generazione di Signori Needham e Buffon. Modena* 1765.

Osservazioni e sperienzi intorno egli animalucci delle infusioni; in Opusculi di fisica animale e vegetabile. Modena 1776. *Vol.* 1 *et* 2.

9) *in Spallanzani Opusc. di fisica.*

10) *De chao infusorio Linnei. Argentor.* 1775.

11) Beitrag zur Infusorienkunde oder Naturbeschreibung der Cercarien und Bacillarien. Halle 1817.

12) Beobachtungen über die Urformen der niederen Organismen. Heidelberg 1823.

13) *Essays monographiques sur les oscillaires. Paris* 1827.

14) Handbuch der Naturgeschichte der skelettlosen ungegliederten Thiere. Leipzig 1820. S. 256.

15) Von den äusseren Lebens-Bedingungen der weiss- und kaltblütigen Thiere. Leipzig 1824. S. 37.

16) Die Physiologie als Erfahrungswissenschaft. B. 1. S. 7.

§. 70.

Die einfachste Art der Zeugung, die sogenannte freiwillige oder ungleichartige *(Generatio aequivoca, spontanea, heterogenea, primitiva)* besteht darin, dass die beim Eintritt der Gährung oder Fäulniss in den abgestorbenen Einzelwesen aus ihrer Organisation sich trennenden organischen Materien, wenn sie nicht durch die Wirkung der chemi-

Digitized by Google

schen Affinitäten in ihre Elementarstoffe oder in binäre Verbindungen gebracht werden, die Eigenschaft behalten, sich unter Mitwirkung günstiger äusserer Einflüsse, der Wärme, des Wassers, der Luft, des Lichts, wieder zu animalischen oder vegetabilischen Formen der einfacheren Art zu gestalten, die jedoch nach den auf die organischen Materien einwirkenden Einflüssen ungleichartig oder verschieden ausfallen.

Als eine blosse Modification dieser Erzeugungsart ist ferner das erste Entstehen der Eingeweidewürmer in einem thierischen Körper, die man selbst zuweilen in Embryonen antrifft, zu betrachten. Zufolge der von Pallas, Mueller, Werner, Bloch, Goeze, Braun, und besonders von G. R. Treviranus [1], Rudolphi [2] und Bremser [3] beigebrachten Gründen lässt sich nicht annehmen, dass sie von Aussen in die Thiere gelangen, indem sie ausserhalb derselben weder im Wasser, noch in der Erde, noch in Gewächsen vorkommen, auch in denselben gar nicht bestehen können, und sich endlich in Organen zeigen, wie im Auge, im Hirn, in den Muskeln u. a., zu denen sich gar kein Zugang von Aussen findet. Wir müssen sie daher mit jenen Naturforschern entweder als Erzeugnisse aus den nicht verähnlichten Nahrungsmitteln ansehen, oder für krankhafte Productionen, die sich unter gewissen Verhältnissen in den Säften oder in dem Parenchym der Organe bilden. Viele derselben jedoch sind einmal entstanden, mit Geschlechtsorganen ausgerüstet, und pflanzen sich durch Sexual-Zeugung fort [4].

Die Ergebnisse der Beobachtungen und Forschungen über diese Erzeugungsart nöthigen uns gleichfalls zur Annahme des von G. R. Treviranus zuerst aufgestellten Lehrsatzes: dass es eine den organischen Körpern eigenthümliche, des Lebens fähige Materie gibt, welcher die Eigenschaft zukommt sich zu gestalten, eine gewisse Bildung anzunehmen und sich auf eigenthümliche Weise wirksam zu zeigen. Die Art der Aeusserung jener Eigenschaft beim Bilden und Gestalten ist durch den Conflict und die Wechsel-Wirkung der organischen Materie mit den äusseren oder physischen Einflüssen bedingt, und nach deren Verschiedenheit nimmt sie entweder eine animalische oder vegetabilische Form an.

Digitized by Google

1) Biologie B. 2. S. 365.

2) *Entozoorum sive vermium intestinalium historia naturalis. T. 1. p. 370. Cap. 18. De Entozoorum ortu.*

3) Ueber lebende Würmer im lebenden Menschen. Wien 1819. 4. S. 1. Bemerkenswerth ist, dass man Schimmel im Inneren thierischer Körper, an krankhaft veränderten Stellen wahrnahm, wie die von Mayer (in Meckels Arch. der Physiologie B. 1. S. 310.), Jaeger (Ebend. B. 2. S. 354) und Olfers (*Commentarius de vegetativis et animatis in corporibus animatis reperiundis. Berolin.* 1816. 8.) angeführten Beobachtungen beweisen.

§. 71.

Alle lebende Körper, welche nicht auf jene Weise entstehen, nehmen ihren Ursprung aus andern, schon vorhandenen Organismen, durch die Thätigkeits-Aeusserungen dieser, denen sie im Bau und in den Lebens-Erscheinungen gleich oder ähnlich werden. Die Zeugung durch Fortpflanzung oder die gleichartige Zeugung bietet zwei Verschiedenheiten dar. Sie findet entweder ohne Gegensatz von Geschlechtern, oder mittelst derselben statt. Erstere, als die einfachste Erzeugungsart durch Fortpflanzung, äussert sich durch Trennung von Theilen oder Stücken älterer Organismen, die fortwachsen, sich zu Einzelwesen derselben Art gestalten und ihr Daseyn fortsetzen [1]. Sie erfolgt auf zweierlei Weise. Entweder zerfällt ein organischer Körper in mehrere Theile, von denen jeder die Eigenschaften eines Einzelwesens annimmt; oder er bringt nur Gebilde hervor, die sich von dem fortbestehenden Organismus trennen und zu Individuen entwickeln und ausbilden. Bei dieser Fortpflanzungsweise giebt es keine Geschlechts-Verschiedenheit, sondern jedes Einzelwesen stellt für sich die Art *(Species)* dar, und ist im Stande unter günstigen Verhältnissen Wesen seiner Art hervorzubringen.

1) Von dieser Erzeugungsart hat Burdach (Physiologie B. 1. S. 30.) ausführlich gehandelt. Er nennt sie die einsame Zeugung.

§. 72.

Die Fortpflanzung durch Theilung, Spaltung oder das Zerfallen eines Organismus in neue Einzelwesen *(Generatio*

Digitized by Google

fissipara) kommt nur bei sehr einfachen, aus einer gleichförmigen Substanz bestehenden Körpern vor. Sie ist von Saussure [1], O. F. Mueller [2], Nitzsch [3] u. a. an Infusorien (Bacillarien, Paramäcien, Cyclidien, Trichoden), und von Ingenhouss, G. R. Treviranus, Bory de saint Vincent, Girod Chantran u. a. an Conferven, beobachtet worden. Bei Süsswasser-Polypen zeigt sie sich nach Trembley [4] ebenfalls zuweilen, jedoch meistens nur zufällig, unter gewissen Umständen.

1) *In Spallanzani Opusc. de physique T.* 1. *p.* 172.

2) *Vermium terrestrium et fluviatilium historia. Havn. et Lips.* 1773. 4. *Animalcula infusoria fluviatilia et marina. Havn.* 1786

3) Beiträge zur Infusorienkunde S. 72. 81.

Vielleicht pflanzen sich auch Vibrionen und Kugelthiere zuweilen durch selbstthätige Theilung fort.

4) *Mém. pour servir à l'histoire d'un genre de polypes d'eau douce. Leide* 1744. 4. Uebersetzt von Goeze. S. 257.

§. 73.

Vermehren sich organische Körper mittelst einzelner Theile, die sich von ihnen trennen und zu Einzelwesen entwickeln, so werden die von jenen hervorgebrachten Theile Keime genannt. Sie stellen entweder Gebilde oder Glieder eines älteren Organismus dar, die aus demselben hervorwachsen und mit seinem Bau und seiner Substanz übereinkommen; oder aber sie erscheinen unter der Form von Kügelchen oder Körnern, welche der organische Körper, der sie hervorgebracht hat, aussondert, abstösst. Jene Keime nennt man Sprossen, diese dagegen heissen Keimkörner.

§. 74.

Bei der Fortpflanzung durch Sprossen wächst der Keim als eine kleine Erhabenheit, ein Wulst, aus der Oberfläche des älteren Körpers hervor, nimmt allmählig an Grösse zu und trennt sich endlich von demselben, um seine Entwicke-

Digitized by Google

lung und sein Daseyn als Einzelwesen fortzusetzen. Auf diese Weise pflanzen sich meistens nach Trembley's, Schaeffer's [1] Roesel's [2] u. a. Beobachtungen, Armpolypen und Vorticellen, so wie nach Cavolini's [3], Schweigger's [4] u. a. Wahrnehmungen Corallen, Sertularien, Isisarten und andere Meerpolypen fort. Sprossenzeugung kommt bei Gewächsen nur neben anderen Erzeugungsarten vor, so bei manchen Fadenpilzen, Conferven, Tremellen und Laubmosen. Bei phanerogamischen Pflanzen, obgleich mit Geschlechtsorganen ausgerüstet, gehört hierher die Bildung der Wurzel- Luft- und stammartigen Sprosse (*Radix repens, stolo, sarmentum*).

1) Die Armpolypen in den süssen Wassern. Regensburg. 1754. 1763. 4.

2) Insectenbelustigungen. Nürnberg 1746. 4. B. 3. S. 433.

3) Abhandlungen über Pflanzen-Thiere des Mittelmeeres, aus dem Italien. übersetzt von Sprengel. Nürnberg 1813. 4. Taf. 5.

4) Handbuch der Naturgeschichte der skeletlosen ungegliederten Thiere. Leipzig 1820.

§. 75.

Bei der Fortpflanzung durch Keimkörner bringt ein älterer Körper zur Zeit seiner höchsten Thätigkeit kleine Massen, Kügelchen oder Körner hervor, die ausgeschieden werden, und aus denen sich nach der Ausscheidung neue Einzelwesen bilden. Diese Körperchen unterscheiden sich von den wahren Eyern und Samenkörnern, die durch Befruchtung zur Reife kommen, dadurch, dass die Substanz woraus sich ein neues Wesen bildet, nicht in einer besonderen Hülle eingeschlossen ist, wie bei den Eyern und Samenkörnern, die sich bei der Entwickelung des Keimes endlich von demselben trennt; sondern die Bildung des neuen Wesens erfolgt aus der ganzen Substanz des Keimkorns. Die Keimkörner sind bei ihrem Entstehen entweder mit der Masse des sie hervorbringenden Körpers verbunden, von dem sie sich aber bald trennen; oder sie nehmen ihren Ursprung aus seinen

Digitized by Google

Säften. Hinsichtlich der Stelle, wo sie in einem älteren Körper entstehen, nehmen wir Verschiedenheiten wahr; indem ihre Production bald auf einen gewissen Theil des älteren Organismus beschränkt ist; bald aber dieselben an mehreren Orten hervorgebracht werden und in ihrer Substanz zerstreut sind. Die Hervorbringung von Keimkörnern, die im älteren Organismus zerstreut sind, findet statt bei mehreren Zoophyten. Im Gewächsreiche erfolgt die Fortpflanzung durch solche Keimkörner *(Sporae, sporidia, germina, gongyli)* bei Akotyledonen, Conferven, Ulven, Tangen, Staubpilzen, Fadenpilzen, Lebermoosen u. a.

Die Production der Keimkörner ist bei vielen organischen Körpern auf eine gewisse Stelle des älteren Organismus beschränkt und wird durch eigene keimbildende Organe vermittelt, die als die ersten Anfänge von weiblichen Zeugungsorganen anzusehen sind. Bei den Gorgonien, Madreporen, Sertularien, der rothen Coralle u. a. bildet sich nach Cavolini[1] in der Substanz des Polypen, meist neben den Fangarmen, ein häutiges Säckchen, welches die Keimkörner enthält, es löst sich ab, platzt und zerstreut die Körner im Meer. Etwas Aehnliches hat Pallas[2] an den Süsswasser-Polypen bemerkt. Hier wird das die Keime bereitende Organ alljährlich gebildet und mit den Keimen ausgestossen.

Bei den Medusen sind die Keimkörner in Röhren oder Schläuchen, bei den Actinien in fächerartigen Räumen enthalten. Endlich erscheinen die, die Keime hervorbringenden, Organe den Eyerstöcken der höheren Thiere ähnlich, so bei den Seesternen, Seeigeln, Holothurien u. a. Unter den Pflanzen kommen Keimstöcke in Form von Schläuchen oder Kapseln bei mehreren Akotyledonen vor, denen von den Botanikern verschiedene Namen beigelegt worden sind. Zu der Keimzeugung gehört auch die bei vielen mit eigentlichen Geschlechtstheilen ausgerüsteten phanerogamischen Gewächsen, neben der Sexual-Zeugung, vorkommende Production von Knoten, Knollen, Zwiebeln und Knospen, woraus sich neue Gewächse, oder Theile neuer Gewächse bilden.

Digitized by Google

Die Fortpflanzung durch Keime besteht in einer, unter günstigen äusseren Einflüssen, periodisch eintretenden gesteigerten Bildungsthätigkeit des Einzelwesens, wobei entweder die Anfänge zu neuen Einzelwesen aus seinem Körper hervorwachsen, oder aus seiner Säftemasse abgesondert werden, und sich zu Wesen derselben Art unter Mitwirkung äusserer Bedingungen entwickeln.

1) A. a. O. Taf. 1. Fig. 5, 6. Taf. 2. Fig. 6. Taf. 3. Fig. 4. 5. Taf. 4. Fig. 7. 11.

2) Elenchus zoophytorum p. 28.

§. 76.

Die grösste Anzahl der Thiere und Gewächse, deren Bau einen höheren Grad von Zusammensetzung darbietet, pflanzen sich durch paarige oder geschlechtliche Zeugung fort. Dies ist namentlich der Fall bei den Säugethieren, Vögeln, Amphibien, Fischen, Krustaceen, Insekten, den meisten Mollusken und geringelten Würmern, und selbst bei manchen Eingeweidewürmern. Unter den Gewächsen kommt diese Erzeugungsart der Regel nach vor bei den Monokotyledonen und Dikotyledonen, wiewohl viele sich auch noch auf andere Weise vermehren. Bei der Sexual-Zeugung gibt es zwei verschiedene Zeugungsmaterien, eine weibliche und männliche, und zweierlei Organe, die jene Materien aus der Säftenmasse der lebenden Körper in einem gewissen Zeitraum ihres Daseyns bereiten. Der weibliche Zeugungsstoff, woraus ein neues Wesen seinen Ursprung nehmen soll, ist in einer besonderen Hülle eingeschlossen, und heisst bei den Thieren Ey, bei den Gewächsen Samenkorn. Die den weiblichen Zeugungsstoff producirenden Gebilde der Thiere werden Eyerstöcke, die der Gewächse Fruchtknoten genannt. Das Ey und das Samenkorn bilden oder entwickeln sich nicht zu einem neuen Wesen, wenn der männliche Samen nicht zuvor eine Einwirkung auf dieselben ausgeübt hat, die sie zur Bildung und Entwickelung in einer derjenigen Art *(species)* entsprechenden Form determinirt, welche die Zeugungsmaterien hervorgebracht hat. In den Thieren wird der

Digitized by Google

männliche Samen in besonderen Werkzeugen, den Hoden oder Geilen, abgesondert. Bei den Gewächsen wird eine solche Materie, der Blüthenstaub oder Pollen, in den Staubbeuteln oder Antheren bereitet. Die bei den verschiedenen Gruppen von lebenden Körpern unter verschiedenen Vorgängen erfolgende Einwirkung des männlichen Samens auf den weiblichen Zeugungsstoff, das Ey und das Samenkorn, in deren Folge die Bildung eines neuen Wesens in denselben ihren Anfang nimmt, nennt man Befruchtung.

Die männlichen und weiblichen Zeugungs-Organe kommen entweder in einem Einzelwesen zugleich vor, oder sie sind an verschiedene Einzelwesen derselben Art *(species)* vertheilt. Vereinigung beiderlei Zeugungsorgane in einem Einzelwesen ist häufiger bei Gewächsen; Vertheilung hingegen unter verschiedene Einzelwesen wird öfterer bei Thieren wahrgenommen. Hinsichtlich des Vorkommens noch anderer in die Zusammensetzung des männlichen und weiblichen Zeugungs-Apparats eingehender Gebilde, welche sich auf die Vollziehung des Befruchtungs-Geschäfts, oder auf die Beherbergung, Entwickelung und Ernährung der Keime beziehen, gibt es bei den organischen Körpern mancherlei Verschiedenheiten, die an einem andern Orte angeführt werden.

§. 77.

Zeugen ist also eine allen organischen Körpern zukommende Eigenschaft. Sie bringen sich selbst hervor, indem sie während einer gewissen Periode ihres Daseyns und unter gewissen Verhältnissen sich im Stande befinden, Wesen ihrer Art zu produciren, und ebenso von Wesen ihrer Art hervorgebracht sind, die eine Reihe von früheren Generationen in der Vergangenheit voraussetzen, deren erster oder Ur-Anfang uns unbekannt ist. Bei den unorganischen Körpern gibt es keine Zeugung, keine Hervorbringung und Entwickelung der Körper auseinander. Kein Mineralkörper, kein Krystall zerfällt bei seiner Zerstörung oder Vernichtung in Krystalle seiner Art, wie bei der Spaltzeugung der orga-

Digitized by Google

nischen Körper; keiner treibt neue Krystalle wie bei der Sprossen- und Keim-Zeugung; und niemals endlich bringen Krystalle ihres Gleichen hervor, wie dies bei der Sexual-Zeugung der lebenden Körper der Fall ist. Im Reiche der leblosen Körper gibt es folglich keine Gattung *(Species)*, kein Geschlecht *(Genus)*, keine Zeugung und keine Entwickelung der Körper auseinander. Das Entstehen neuer Krystalle ist eine blosse Wirkung der chemischen und mechanischen Anziehung der Materien, woraus sie zusammengesetzt sind, nach rein physischen Gesetzen. Befinden sich verschiedenartige Materien, die eine Wahlanziehung zu einander haben, in einer Flüssigkeit gelöst; so vereinigen sich die in Affinität stehenden Atomen der Materien unter gewissen äusseren Verhältnissen, nach bestimmten Gesetzen, zu geometrisch geformten Körpern, den Krystallen, die sich durch ebene Flächen und bestimmte Winkel der Ecken und Ränder auszeichnen. Sollen sich Materien krystallisiren, so müssen dieselben zuvor in einen tropfbar- oder elastisch-flüssigen Zustand versetzt werden, und dann müssen diejenigen Ursachen entfernt werden, welche die Materien flüssig gemacht haben. Letzteres geschieht durch Erkältung oder durch Entziehung desjenigen wägbaren Stoffs, mit denen die zu krystallisirenden Materien eine flüssige Verbindung eingegangen sind.

§. 78.

Alle Thiere und Gewächse erscheinen bei ihrem Entstehen aus der Sprosse, dem Keimkorn, dem Ey und Samenkorn in einer einfachen Form und schreiten zu einer zusammengesetztern Form fort; wobei sie zugleich eine grössere Mannigfaltigkeit und Intensität an Kraft-Aeusserungen darbieten. An allen organischen Körpern, deren Lebensdauer nicht auf eine oder die andere Weise abgekürzt oder unterbrochen wird, nehmen wir drei Zeiträume ihres Daseyns wahr, den der Entwickelung oder allmähligen Ausbildung, die Jugend, den der vollendeten Ausbildung oder die Geschlechts-Reife, und den der Abnahme oder das höhere Alter, der sich mit dem Tode endigt. Auf diese Weise

Digitized by Google

sind also die Repräsentanten aller Pflanzen- und Thier-Arten in fortdauernden Veränderungen begriffen, deren Dauer bei den verschiedenen Gruppen von lebenden Körpern ungemein verschieden ist, und sich von dem Zeitraume von wenigen Tagen bis zu dem von Jahrhunderten ausdehnt. Werden, Entwickeln, Zeugen und Sterben, sind die ohne Unterbrechung im Reiche der organischen Körper statt findenden Vorgänge, wodurch die die Arten darstellenden Einzelwesen in das Daseyn gerufen und wieder der Vernichtung Preis gegeben werden. Diese an jedem Einzelwesen nur einmal sich äussernden und nicht wiederkehrenden Veränderungen sind in der Wirkungsart der organischen Kräfte begründet, die mit dem Minimum ihrer Wirksamkeit beginnen, allmählich ihr Maximum erreichen und durch ihre Wirkungen sich erschöpfen und endlich erlöschen.

An den unorganischen Körpern kommen keine Veränderungen vor, die denen der Altersperioden zu vergleichen wären. Die nach den Gesetzen der Attraction einmal zu Krystallen zusammengetretenen und durch Cohäsion verbundenen Materien beharren in ihrer respectiven Form, ohne weiter Erscheinungen zu zeigen, die denen der Entwickelung und den Altersperioden der lebenden Körper auch nur entfernt ähnlich wären. Sie erleiden keine Veränderungen durch sich, die ihren Untergang, ihre Vernichtung in einem gewissen Zeitraume zur Folge hätten. Ob sie Stunden oder Jahrtausende fortdauern hängt allein von zufälligen Umständen ab; je nachdem sie mit Materien in Verbindung treten, die zu den ihrigen in einer nähern Affinität stehen.

§. 79.

Was ferner die periodisch eintretenden und wiederkehrenden Veränderungen und Thätigkeits-Aeusserungen der organischen Einzelwesen anlangt, so sind diese von mancherlei Art. Zunächst bemerken wir an den meisten Thieren Veränderungen, die an jedem Tage in gewissen Zeiträumen eintreten, und mit der täglichen Bewegung der Erde um die Sonne und den dadurch veränderten äusseren Einwirkun-

Digitized by Google

gen auf die Thiere, in einer gewissen Beziehung stehen. Es sind die Zustände des Wachens und Schlafens. Auch an vielen Gewächsen nehmen wir Erscheinungen wahr, die auf einen Zustand von abwechselnder Ruhe und Thätigkeit schliessen lassen. Die von Trägheit gefesselten unorganischen Körper, namentlich die Krystalle, zeigen keine Erscheinungen, die auch nur entfernt mit jenen an lebenden Körpern bemerkten Zuständen verglichen werden könnten.

§. 80.

An allen Pflanzen und Thieren, deren Lebensdauer sich über ein oder mehrere Jahre ausdehnt, kommen periodische Veränderungen und Thätigkeits-Aeusserungen vor, die in den verschiedenen Jahreszeiten erscheinen, und von der jährlichen Bewegung der Erde um die Sonne als abhängig zu betrachten sind. Bei den Gewächsen gehören hierher, das jährliche Treiben neuer Knospen, Blätter und Blüthen, ferner die Befruchtung, das Ansetzen und Reifen der Früchte, und endlich das Abfallen der Früchte und Samen, so wie das Absterben und Abwerfen der Blätter. Bei den Thieren müssen zu diesen Veränderungen gezählt werden, das periodische Eintreten der Thätigkeits-Aeusserungen der Zeugungsorgane, das Bilden der Keime und Eyer, die Absonderung des männlichen Samens, das Zeugungs-Geschäft, das Begatten, Trächtigseyn, Eyerlegen, der Bau der Nester, das Brüten, Gebären und die Milchabsonderung. Ferner gehören dahin der Haar- und Feder-Wechsel, das Häuten, das Bilden neuer Schuppen, das Abwerfen und Aufsetzen der Geweihe. Und endlich sind hierher zu rechnen die Winter- und Sommer-Erstarrung, oder der Winter- und Sommer-Schlaf vieler Thiere, so wie die regelmässig bei manchen Thieren vorkommenden Wanderungen. Diese periodischen Veränderungen sind in der Wirkung der äussern Einflüsse, des Lichts und der Wärme auf die lebenden Körper begründet, welche nach der Stellung unseres Planeten zur Sonne Veränderungen zeigen und zugleich die Thätigkeits-Aeusserungen der organischen Körper verändern. Solche periodische in jedem Jahr eintretende Veränderungen bieten die leblosen Körper nicht dar.

Digitized by Google

§. 81.

Wir nehmen ferner an den organischen Körpern noch Veränderungen wahr, die nur unter gewissen Verhältnissen bei Einzelwesen eintreten. Zu diesen gehören die Wiederherstellung des aufgehobenen Zusammenhangs und die Wiedererzeugung verloren gegangener Theile, wenn anders durch die Verletzung das Fortbestehen der Einzelwesen nicht gefährdet oder ihr Leben getilgt wurde. Bei weitem die meisten Thiere und die perennirenden Gewächse stellen den Zusammenhang der durch Wunden verletzten Theile wieder her. Ja selbst ganz getrennt gewesene Theile wachsen zuweilen wieder an. Es gehört ferner dahin das Transplantiren von Theilen eines Körpers auf den andern, das Pfropfen und Inoculiren bei Gewächsen. Eine solche Verpflanzung von Hautstücken und andern Theilen gelingt selbst zuweilen bei Thieren [1]).

Die Regeneration äussert sich in mancherlei Graden. Am intensivsten nehmen wir sie bei Gewächsen und Thieren der einfachsten Art wahr, indem die Theile eines zerstückten Einzelwesens alle Gebilde hervorbringen, die sie wieder zu einem vollständigen Ganzen machen. So sehen wir abgeschnittene Stücke einer Flechte fortwachsen und die der Art zukommende Form annehmen. Viele mehrjährige Gewächse lassen sich durch getrennte Stücke, oder Stecklinge vermehren, die Wurzeln treiben und sich zu Einzelwesen ausbilden. Dahin gehört ferner das Erziehen mancher Pflanzen aus Blättern. Bei den Thieren ist dahin zu zählen die Vermehrung der Polypen durch Theilung. Nach den bekannten Versuchen Trembley's, Rösel's u. a. können Armpolypen in mehrere Stücke getheilt werden, die fortwachsen und sich zu vollständigen Polypen ausbilden. Aehnliche Erscheinungen nahm man an den getrennten Gliedern von Naïden und einigen andern Würmern wahr.

Durch Zufall verloren gegangene oder zerstörte Theile und Glieder werden an vielen Thieren neugebildet oder wiedererzeugt. So bilden die Actinien, Medusen, Seesterne

Digitized by Google

von Neuem Strahlen; Bandwürmer erzeugen am hintern Ende verlorene Glieder; Schnecken regeneriren Fühlhörner; Krebse produciren neue Scheren und Füsse. Wassersalamander erzeugen mehrmals verloren gegangene Füsse und Schwänze mit allen Knochen, Muskeln, Gefässen und Nerven; ja selbst das zerstörte Auge bildet sich von Neuem. Eidechsen regeneriren den Schwanz. Bei den warmblutigen Thieren, den Säugethieren und Vögeln, ist die Regeneration mehr auf die epidermis- und horn-artigen Theile, Haare, Nägel und Federn, so wie auf einzelne Gebilde beschränkt.

Endlich äussert sich in allen lebenden Körpern ein Bestreben bei eingetretenen Störungen in den Verrichtungen, oder bei Krankheiten, diese zu beseitigen und die Thätigkeits-Aeusserungen wieder in Einklang zu bringen.

An den unorganischen Körpern kommen durchaus keine Erscheinungen vor, welche sich als Wirkungen der Wiedererzeugung und Heilung betrachten liessen. Kein Krystall bringt verloren gegangene Theile hervor und keiner stellt den aufgehobenen Zusammenhang und seine Integrität wieder her.

1) Gius. Baronio *(Memorie della Societa Italiana T. I. p. 180.)* verpflanzte Sporen eines Hahnes auf den Kamm eines anderen; ja es gelang ihm selbst den Schwanz einer jungen Katze und den Flügel eines Kanarienvogels dahin zu transplantiren.

§. 82.

Jene, nur in den allgemeinsten Umrissen geschilderten, Thätigkeits-Aeusserungen, die Selbsterhaltung der Einzelwesen und der Arten bei fortdauernden Veränderungen, kommen allen organischen Körpern zu. Wir bezeichnen die Summe derselben durch das Wort Leben, und nennen einen Körper, an dem wir dieselben wahrnehmen, einen lebenden Körper. Da wir solche Erscheinungen nicht an den unorganischen Körpern bemerken, so sind wir genöthigt, sie als Wirkungen von Ursachen zu betrachten, die nicht in diesen

Digitized by Google

sondern nur in den organischen Körpern vorhanden sind. Eben diese Ursachen sind in Eigenschaften begründet, welche nur den organischen Körpern zukommen, und die wir organische Kräfte nennen. Um diese näher bestimmen zu können bedarf es einer weiteren Untersuchung der Mischung, Organisation, Thätigkeits-Aeusserungen und Veränderungen der Gewächse und Thiere, und einer Vergleichung derselben, wodurch wir in den Stand gesetzt werden zu beurtheilen, welche Eigenschaften beiden gemeinschaftlich, und welche einer jeden dieser beiden Abtheilungen eigenthümlich sind.

Digitized by Google

Zweites Buch.

Vergleichung

der

Thiere mit den Gewächsen.

Digitized by Google

Digitized by Google

Zweites Buch.

Vergleichung der Thiere mit den Gewächsen.

I. M. Ciassi Meditationes de natura plantarum. Venet. 1677. 12.

Phile De animalium proprietate, a (I. C. de Pauw.) Trajecti ad Rhen. 1730.

Feldmann De comparatione plantarum et animalium. Lugduni Batav. 1732. denuo edita a I. A. Merck. Berolin 1780.

P. Camper Oratio de analogia inter animalia et stirpes. Groningae 1764. 4.

Bonnet Paralléle des plantes et des animaux; in Contemplation de la nature. Amsterd. 1764.

De la Metherie Vues physiologiques sur l'organisation animale et végétale. Amsterd. 1787. 8.

I. G. Gleditsch Ueber die Gleichheit zwischen den Thieren und Gewächsen; in seinen vermischten Bemerkungen. Th. 1. S. 260.

N. Bondt Verhandeling over de Overeenkomt tweschen Dieren en Planten. Amsterd. 1792. 8.

A. Nitsche praes. E. B. F. Hebenstreit Momenta quaedam comparationis regni animalis cum vegetabili. Lipsiae 1798. 4.

A. P. De Candolle Dissertation sur les proprietés des plantes. Paris 1804. 8.

M. Samelson praes. A. F. Schweigger Cogitata quaedam de corporum naturalium affinitate, imprimis de vita vegetativa in animalibus. Regiomonti 1814. 8.

A. F. Schweigger Verwandtschaft des Thier- und Pflanzenreichs; im Handbuch der Naturgeschichte der skelettlosen ungegliederten Thiere. Leipzig 1820. 8.

C. H. Schultz Ueber die Pflanzen und Thiere im Allgemeinen; die Natur der lebendigen Pflanze. Berlin 1823. B. 1. S. 62.

Digitized by Google

Erster Abschnitt.

Vergleichung der materiellen Zusammensetzung der Pflanzen und Thiere.

Erstes Kapitel.

Von der Mischung.

I. F. Cartheuser Dissertatio chymico-physica de genericis quibusdam plantarum principiis, hactenus plerumque neglectis. Francofurti ad Viadr. 1754. 1764. 8.

Bucquet Introduction à l'étude des corps tirés du regne végétal. Paris 1773. 2. 12.

C. A. Riche Considérations sur la chimie des végétaux. Paris 1787. 8.

F. A. von Humboldt Aphorismi ex doctrina physiologiae chemicae plantarum; in Flor. Fribergensis Spec. Berolin. 1793. 4. Ins deutsche übersetzt von Fischer. Leipzig 1794.

W. B. Johnson History of the progress and present state of animal chemistry. London 1803. 3. Vol. 8.

Th. de. Saussure Recherches chimiques sur la végétation. Paris 1804.

G. Wahlenberg De sedibus materiarum immediatarum in plantis. Upsal. 1806. 1807. 4.; übers. in Gehlen Journal für die Chemie und Physik. B. 8. S. 92.

H. Davy Elements of agricultural chemistry. London 1813.

I. Berzelius Uebersicht der Fortschritte und des gegenwärtigen Zustandes der thierischen Chemie, aus dem Schwed. übers. Nürnberg 1815. 8.

Bérard Sur l'analyse des substances animales; in Annal. de chimie et de physique 1817. T. 5. p. 290.

Doebereiner Zur pneumatischen Phyto-Chemie. Jena 1822.

A. Desvaux Essai d'une classification des principes immédiats des végétaux; im Journal de Pharmacie 1826. T. 2. p. 433.

Digitized by Google

§. 83.

Pflanzen und Thiere zeigen in der chemischen Zusammensetzung viele Aehnlichkeiten. In beiden kommen folgende Grundstoffe vor: Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff, Stickstoff, Phosphor, Schwefel, Jod[1], Brom[2], Chlor, Kalium, Natrium, Kalcium, Magnium, Silicium, Mangan und Eisen. Alumium und Kupfer sind bisher nur in Gewächsen aufgefunden worden, während Fluor in Thieren vorhanden ist. Hinsichtlich der Elementarstoffe, woraus beide Gruppen von Körpern zusammengesetzt sind, zeigen sich also keine bedeutende Verschiedenheiten. Auffallender sind die Unterschiede in der relativen Menge der vorkommenden Grundstoffe, so wie in der Art ihrer Verbindung.

1) Jod ist nicht nur in verschiedenen Seegewächsen, Fucus-Arten, Ulven Helminthocorten und Ceramium-Arten, sondern auch in Spongien, Gorgonien, Venus- und Doris-Arten und in der Hülle der Scpien-Eier aufgefunden worden.

2) Brom wurde in einigen Seegewächsen und in Janthina violacea, einer Molluskenart, entdeckt.

§. 84.

Was das Vorkommen des Sauerstoffs, Wasserstoffs, Kohlenstoffs und Stickstoffs betrifft, so zeigen sich zwar alle vier, sowohl in Gewächsen als Thieren, jedoch findet sich bei der thierischen Mischung häufiger Stickstoff. Einige Naturforscher haben den Unterschied zwischen beiden so festzusetzen gesucht, dass in den Gewächsen und ihren mannigfaltigen Verbindungen der Kohlenstoff der vorherrschende Elementarstoff sei, in den Thieren hingegen und in ihren Verbindungen sei es der Stickstoff. Da aber alle thierische Stoffe, mit Ausnahme des Harnstoffs und der Harnsäure, vielmehr Kohlenstoff als Stickstoff enthalten, so kann dies nicht zugegeben werden. Ferner gibt es einige Cryptogamen, namentlich die Schwämme, in denen sich viel Stickstoff findet. Im Pollen ist er ebenfalls reichlich vorhanden. Auch geht er in die Zusammensetzung der vegetabilischen Salzbasen ein. Dagegen aber sind viele thierische Verbindungen vorhanden, in deren Mischung viel Kohlenstoff vorkommt. Die vorzüglichsten thierischen Substanzen, Eyweissstoff, Faserstoff,

Digitized by Google

Gallerte sind sehr kohlenstoffhaltig, ja nach Gay-Lussac's und Thenard's [1] Untersuchungen selbst kohlenstoffhaltiger als manche vegetabilische Substanzen, wie Zucker und Gummi. Es lässt sich also von dem Vorkommen des Stickstoffs und Kohlenstoffs nur aussagen, dass ersterer häufiger und in grösserer Menge in den thierischen Verbindungen als in den vegetabilischen ist, während letzterer meistens öfterer und reichlicher in die vegetabilische Mischung eingeht.

1) *Recherches physico-chimiques. T. I. p.* 337.

§. 85.

Phosphor, den man irriger Weise längere Zeit als den thierischen Körpern eigenthümlich ansah, findet sich in vielen vegetabilischen Substanzen. Er wurde reichlich in Verbindung mit Salzen von Bergmann [1], Th. de Saussure [2] u. a. in dem Mehl der Getreidearten, so wie im Pflanzen-Eyweiss und Kleber nachgewiesen. Ausserdem nahm Berthier [3] neuerlich phosphorsauern Kalk in der Asche sehr vieler Holzarten wahr. Folglich ist der Phosphor in dem Gewächsreich äusserst verbreitet. Im allgemeinen jedoch ist er reichlicher in animalischen als vegetabilischen Verbindungen vorhanden.

1) *Opuscul. T.* 5. *p.* 96.

2) *Annales de chimie T.* 65. *p.* 189.

3) *Analyses des cendres de diverses espèces de bois. Annal. de chimie et physique T.* 32. *p.* 210.

§. 86.

Schwefel, der gleichfalls von einigen Naturforschern für einen eigenthümlichen entfernten Bestandtheil der thierischen Mischung gehalten worden ist, kommt auch in Gewächsen vor. In Gestalt eines schwefelsauren Salzes ist er vielleicht in allen Pflanzen vorhanden, wie sich aus der chemischen Analyse ihrer Asche ergibt. Ausserdem macht er einen Bestandtheil des in ihnen verbreiteten Pflanzen-Eyweisses und Klebers aus. Ferner findet er sich noch in anderen Verbindungen, wie in der Senfsäure, welche wahrscheinlich nicht nur in den Cruciferen, sondern auch in anderen Gewächsen vorkommt. Planche [1] endlich nahm Spuren von

Digitized by Google

Schwefel in den Blüthen von Hollunder, Linden und Pomeranzen, in den Stengeln von Isop, Dragun, Raute und Melilotenklee, sowie in den Saamen von Dill, Fenchel, Kümmel und anderen Gewächsen wahr. Im allgemeinen jedoch zeigt er sich gleich dem Phosphor öfterer und reichlicher in thierischen als vegetabilischen Verbindungen.

1) *Sur l'existence et l'état du soufre dans les végétaux. Journal de pharmacie T.* 8. *p.* 364.

§. 87.

In Betreff des Vorkommens von Alkalien haben einige Chemiker und Physiologen die Meinung gehegt, dass sie einen wesentlichen Unterschied zwischen Pflanzen und Thieren begründeten. Indess ist das Daseyn der verschiedenen Alkalien in beiden erwiesen. Kali jedoch zeigt sich häufiger in ersteren als letzteren; mit dem Natrum dagegen verhält es sich umgekehrt. Ammonium ist im Ganzen in grösserer Menge in Thieren vorhanden. Chevallier und Lassaigne[1] haben kohlensaures Ammonium in den Blättern von *Chenopodium vulvaria* gefunden. Ersterer[2] will selbst beobachtet haben, dass die lebenden Blätter Ammonium aushauchen. Auch will er mit Boullay bemerkt haben, dass mehrere einen aasartigen Geruch verbreitende Blumen, und selbst einige wohlriechende, Ammoniakgas ausdünsten.

1) *Journal de Pharmacie. T.* 3. *p.* 412.
2) *Annales des sciences naturelles. Avril* 1824.

§. 88.

Was die Erdarten anlangt, so ist die Kalkerde in Pflanzen und Thieren am allgemeinsten verbreitet; doch kommt sie in grösserer Menge in letzteren vor. Mit der Kieselerde verhält es sich auf entgegengesetzte Weise; sie zeigt sich öfterer, wiewohl in geringer Menge, in Gewächsen, namentlich nach Bergmann[1] in Getreidearten, besonders in dem Oberhäutchen der Gräser und Rohrarten, wo sie H. Davy[2] reichlich fand, doch auch nach Th. de Saussure[3] und Berthier in der Asche mehrerer Holzarten. Bittererde ist in beiden Reichen vorhanden, besonders in den Knochen und einigen thierischen Flüssigkeiten; Vauquelin[4] entdeckte sie in Fucus-Arten, Saussure und Berthier in

Digitized by Google

der Asche verschiedener Hölzer. Alaunerde ist nur in wenigen Pflanzen bemerkt worden, so unter-andern in der Asche der Fichte, des Oleanders und des Heidelbeerstrauches.

1) *Opuscula T. 5. p. 94.*
2) Scherer Allgem. Journal der Chemie B. 3. H. 13. S. 75.
3) *Recherches chimiques sur la végétation p. 328.*
4) *Annal. de chimie T. 18. p. 79.*

§. 89.

Oxyde schwerer Metalle kommen sowohl in den Pflanzen als Thieren in höchst geringer Menge vor. Sie bieten übrigens kein charakteristisches Merkmal für beide Reiche dar, indem Eisen und Mangan in Pflanzen und Thieren aufgefunden sind. Buchholz und Meissner[1] haben in Pflanzen auch Spuren von Kupfer entdeckt.

1) Schweigger Journal B. 17. S. 340.

§. 90.

Wichtigere Verschiedenheiten als die Grundstoffe bieten die in Pflanzen und Thieren vorkommenden organischen Verbindungen oder die näheren Bestandtheile dar. Besonders mannigfaltig und zahlreich sind sie in dem Gewächsreiche, wiewohl ein grosser Theil derselben noch gar nicht entdeckt zu seyn scheint, und fast mit jedem Tage neue aufgefunden werden. Bei weitem weniger reich ist das Thierreich an solchen Stoffen. Die näheren Bestandtheile beider Reiche zerfallen in Säuren und Oxyde, oder mehr neutrale und indifferente Stoffe. In den Gewächsen zeigt sich ferner noch eine Gruppe ganz eigenthümlicher Stoffe, die vegetabilischen Salzbasen, von denen sich keine Spur in den Thieren vorfindet. Die näheren Bestandtheile der Pflanzen sind grösstentheils ternäre Verbindungen, aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehend; während die der Thiere quaternäre sind, indem sich jenen Elementen noch Stickstoff zugesellt.

§. 91.

Was zuvörderst diejenigen organischen Säuern betrifft, die aus drei Elementar-Materien, Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehen, so finden sich nur wenige in beiden

Digitized by Google

Reichen zugleich. Zu diesen gehört vorzüglich die Essigsäure. Ungemein reich sind die Gewächse an eigenthümlichen Säuren, welche theils mehr allgemein vorkommen, theils nur auf gewisse Pflanzen-Arten beschränkt sind. Zu ersteren gehören die Aepfelsäure, Citronensäure, Gallertsäure[1], Oxalsäure, Weinsäure, Benzoesäure[2], Galläpfelsäure u. a.; von letzteren dagegen führe ich nur an Chinasäure, Mekonsäure, Senfsäure, Schwammsäure, Jgasursäure u. s. w. Die genannten Säuren kommen im freien Zustande meist in Früchten, in dem gröberen zellichten Gewebe und in den Blättern vor; man findet sie höchst selten in Saamen und Wurzeln. Mit Kalk oder Kali gesättigt zeigen sich die Säuern in den Pflanzensäften und allen Theilen der Gewächse. Von Säuren, aus ternären Verbindungen obiger drei Elementar-Stoffe bestehend, sind den Thieren nur wenige eigenthümlich, namentlich die Talgsäure, Buttersäure und Ameisensäure. Dagegen aber enthalten sie einige Säuren, in deren Mischung auch Stickstoff eingeht, wie dies bei der Harnsäure, Cholsäure und der Allantoissäure der Fall ist.

1) *Braconnot Recherches sur un nouvel acide universellement répandu dans les végétaux (acide pectique); in Annales de Chimie et de phys. Fevr.* 1825. *p.* 173.

2) Benzoesäure und Sauerkleesäure kommen zuweilen im Harn oder seinen Concrementen vor, rühren aber wahrscheinlich von den als Nahrungsmittel aufgenommenen Gewächsen her.

§. 92.

In mehreren Pflanzen ist eine aus drei Elementarstoffen, Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff zusammengesetzte Substanz vorhanden, in welcher der Sauerstoff fehlt, die aber dennoch zu den Säuren gezählt wird. Dies ist die Blausäure, welche in Thieren noch nicht für sich aufgefunden worden ist, sondern nur unter gewissen Verhältnissen oder bei chemischen Operationen hervorgebracht wird.

§. 93.

Die nicht sauren, sondern mehr indifferenten oder neutralen Verbindungen, die organischen Oxyde, den Hauptbestandtheil der organischen Körper ausmachend, bieten den bedeutendsten Unterschied in der Mischung zwischen Pflan-

Digitized by Google

zen und Thieren dar. Einige wenige kommen in beiden Reichen zugleich vor, wie der Eyweissstoff, das Osmazom, der Zucker und die Fette. Osmazom so häufig in Thieren vorhanden, ist nur sehr selten in Gewächsen, Vauquelin fand es in einigen Schwämmen. Zucker dagegen mit seinen mannigfaltigen Abarten, einen Hauptbestandtheil der Gewächse bildend, zeigt sich sehr selten in Thieren. Das Pflanzenreich besonders zeichnet sich durch einen grossen Reichthum an organischen Materien aus, die aus drei Elementar-Materien, Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehen. Zu diesen ternären Verbindungen des Gewächsreichs, welche in der grössten Anzahl der verschiedensten Arten vorhanden sind, und die daher als die allgemeinen näheren Bestandtheile dieses Reichs angesehen werden können, gehören: 1) die Stärke, mit ihren Abänderungen der gewöhnlichen Stärke, dem Inulin und der Moosstärke; 2) das Gummi und der Pflanzenschleim; 3) der Zucker, mit seinen Modificationen, dem Rohrzucker, Traubenzucker, Mannazucker, Schwammzucker, Süssholzzucker; 4) die Pflanzen- oder Holz-Faser; und 5) die an Kohlenstoff höchst reichen und sehr verbrennlichen Harze, die flüssigen Harze oder Balsame, so wie die trockenen Harze.

Ferner gehören zu den ternären Verbindungen des Gewächsreichs, welche weniger allgemein in die Zusammensetzung der Pflanzen eingehen: 1) die fetten Oele mit ihren Abarten; 2) die flüchtigen Oele, die aromatischen, scharfen und Blausäure haltigen Oele; 3) der Kampher; 4) die Extracte, extractförmigen Stoffe; und 5) die Gerbstoffarten.

Von ternären stickstofffreien organischen Materien sind in den Thieren nur sehr wenige vorhanden. Dahin sind sie zu zählen: 1) von Zuckerarten, der Harnzucker und Michzucker; 2) von Harzen, das Gallenharz, Harnharz und das harzige Krebsroth; 3) von fetten Oelen, das Fett und der Talg; 4) von flüchtigen Oelen, das Bibergeil, der Zibeth und der Kantharidien-Kampher.

§. 94.

Organische Materien, aus vierfachen Verbindungen, Sauerstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff bestehend, kommen sehr zahlreich im Thierreiche vor, und sie machen

Digitized by Google

die Hauptbestandtheile der thierischen Körper aus. Zu den mehr allgemein verbreiteten, und in die Mischung fast aller Thiere mehr oder weniger reichlich eingehenden, gehören folgende: 1) der Eyweissstoff, 2) der Faserstoff, 3) der Thierleim, 4) der Thierschleim, und 5) das Osmazom. Zu den weniger allgemein sich zeigenden sind zu zählen; 1) der Speichelstoff, 2) der Kässtoff, 3) das Blutroth, 4) der Harnstoff, und 5) das Augenschwarz. Im Gewächsreiche sind die stickstoffhaltigen Verbindungen ungleich seltener und in geringerer Menge vorhanden. Ausser dem Pflanzen-Eyweiss und dem sehr selten vorkommenden Osmazom, gehören hierher der Pflanzenleim oder der Kleber, das Pollenin, der Indigo und einige andere extractive Farbestoffe. Und endlich zeigen sich in manchen Gewächsen noch Verbindungen eigener Art, welche man basische Pflanzenstoffe, oder Pflanzenalkalien, richtiger vegetabilische Salzbasen genannt hat, in deren Zusammensetzung ausser einer grossen Menge von Kohlenstoff, und einer geringen Menge von Sauerstoff und Wasserstoff, auch Stickstoff eingeht. Dahin gehören das Morphin, Narcotin, Strychnin, Brucin, Chinin, Cinchonin, Veratrin, Emetin, Delphinin, Solanin u. a.

§. 95.

Hieraus ergibt sich das Haupt-Resultat: dass die organischen Verbindungen der Thiere im Ganzen zusammengesetzter sind, als die der Pflanzen, indem erstere grösstentheils vierfache, letztere dagegen meistens nur dreifache Verbindungen darstellen. So wie die Natur in den organischen Körpern eine zusammengesetztere Mischung als in den unorganischen Körpern ausgeübt hat, so hat sie im Ganzen die thierischen Verbindungen wieder mehr combinirt als die vegetabilischen. Die Thätigkeits-Aeusserungen der organischen Körper, die wir in ihrer Gesammtheit Leben nennen, zeigen sich nach der Verschiedenheit des den beiden grossen Gruppen von lebenden Körpern, den Pflanzen und Thieren, zum Grunde liegenden materiellen Substrats, verschieden modificirt, als vegetabilisches und animalisches Leben. Zwischen den Gewächsen und Thieren findet im Ganzen hinsichtlich des chemischen Processes, welcher ihr Leben begleitet, der Unterschied statt, wie wir späterhin

Digitized by Google

bei der Angabe ihrer Verrichtungen bemerken werden, dass bei ersteren ein fortdauernder Entsäurungs-Process und eine Erzeugung brennbarer Substanzen vorkommt; während sich bei letzteren ein Oxydations-Process und eine Art von Verbrennung combustibler Materien zeigt.

Digitized by Google

Zweites Kapitel.

Von der äusseren Gestaltung.

§. 96.

Vergleichen wir zuvörderst die Thiere mit den Gewächsen hinsichtlich der Grösse und Masse, so ergibt sich, dass erstere, einige colossale Formen wie die Wale, Elephanten, Nashörner, die Strausse, die Riesenschlangen, Krokodile, verschiedene Schildkröten und Fische abgerechnet, im Ganzen oder der grösseren Anzahl nach, kleinere Massen darstellen als die Pflanzen. Die meisten Bäume zeichnen sich durch eine sehr bedeutende Grösse aus und übertreffen an Masse um vieles die Thiere, selbst die eben angeführten. Unter den Gewächsen ferner befinden sich, mit Ausschluss einiger Cryptogamen, niemals so kleine Formen, als wir sie in der Klasse der Infusorien, Polypen, Würmer, Mollusken, Insekten, Spinnen und Krebse wahrnehmen. Die das Leben der Thiere ausmachenden Thätigkeits-Aeusserungen scheinen demnach die Massen-Anhäufnng zu beschränken, während das Leben der Gewächse sich gerade vorzüglich durch Wachsthum und Vergrösserung ihres Körpers äussert.

§. 97.

In der äusseren Gestaltung kommen Pflanzen und Thiere in der Begränzung durch krumme oder wellenförmige Linien, so wie durch unebene, meist abgerundete Flächen mit einander überein. Die einfachsten Pflanzen und Thier-Formen, und zwar in dem Reiche der Gewächse manche Staubpilze, in dem Reiche der Thiere, die Monaden und Kugelthiere,

Digitized by Google

sind sich in ihrer Kugelgestalt sehr ähnlich. Abstrahiren wir von diesen und einigen fadenartig gestalteten Pflanzen, den Konferven, und ähnlich gebildeten Thieren, den Vibrionen; so zeigt sich die Verschiedenheit in der Gestaltung der Pflanzen und Thiere, dass bei ersteren die Neigung vorherrscht, sich zu verlängern und auszubreiten, und zwar in ästiger Form nach zwei entgegengesetzten Richtungen[1]; während dagegen in der Gestaltung der Thiere das Bestreben zur Concentration vorwaltet, und ihr Körper mehr die Form einer Kugel oder eines Cylinders hat, an deren Oberfläche strahlenartige Gebilde hervortreten.

1) Am wenigsten bemerkbar ist dies bei den einfachsten oder Zellen-Gewächsen.

§. 98.

Der Körper der zusammengesetzteren Pflanzen, der Phanerogamen, lässt sich durch eine wagerechte Linie in zwei Hälften abgränzen, von denen sich die eine als Stamm oder Stengel mit ihren Verlängerungen und Fortsätzen, den Aesten, Zweigen, Blättern und Blüthen dem Sonnen-Lichte entgegen ausbreitet. Die andere Hälfte dagegen senkt sich mit dem Wurzelstock, seinen Verästelungen und den Wurzelfasern in die Erde oder gegen den Boden der Gewässer, und entzieht sich dem Einflusse des Lichts[1]. In der Zahl, Form, Stellung, Richtung, Länge, Dicke und Anordnung der sich nach entgegengesetzten Richtungen verzweigenden und ausbreitenden Theile bieten übrigens die verschiedenen Gewächse, wie sattsam bekannt ist, eine ungemein grosse Mannigfaltigkeit dar; doch zeigt jede Familie, jedes Geschlecht und jede Art darin ihren besonderen Habitus oder Typus.

1) *De Candolle Organographie végétale T. 1. p. 249. Un végétal est composé de deux cónes (dans les exogènes), ou de deux cylindres (dans les endagènes) appliqués par leurs bases, disposés dans le sens vertical, et s'alongeant indéfinement par leurs extrémités.*

§. 99.

In der Gestaltung der Thiere ist immer, mehr oder weniger, die Kugel- oder Walzen-Form vorherrschend, oder die Grundlage bildend. Dies ist besonders an den

Digitized by Google

einfachsten Thieren, den Infusorien, bemerkbar. Die Monaden und Kugelthiere, stellen wahre kugel- oder eyförmige Massen dar. Ist die Kugel niedergedrückt oder abgeplattet, so entsteht die Scheiben-Form, die wir an Cyclidien, Paramäcien und Kolpoden wahrnehmen. Verlängert sich die Kugel oder das Ovoïd nach zwei entgegengesetzten Richtungen, so tritt die Walze hervor, die schon unter den Infusorien an der Gattung Enchelis sichtbar ist. Die in höherem Grade verlängerte Walze stellt die Faden-Form dar, wie an den Vibrionen. Ferner zeigen sich an der Kugel oder dem Cylinder Anhänge, wie bei den Trichoden, Keronen und Cercarien. Oeffnet sich die Kugel oder Walze an einer Stelle, wodurch die Mund-Oeffnung entsteht, und ist diese mit strahlenförmigen Anhängen umgeben, so haben wir die Gestalt der Polypen, Vorticellen, Hydern, Beroen, Actinien u. a. Verlängert sich die Kugel oder Scheibe in ihrem Umfange, in Fortsätze, so erscheint die Strahlen-Form, die wir an den Medusen, Aequoreen, Eudoren, Pelagien, Cassiopeen, Porpiten u. a. erblicken. Die in der Mitte der Scheibe befindliche Mund-Oeffnung ist hier nach unten gerichtet.

§. 100.

Zusammengesetzter erblicken wir die Kugel- Walzen- und Strahlen-Form in den Eingeweidewürmen, Strahlthieren, Anneliden und Mollusken. Eingeweidewürmer in Kugel-Form sind die Blasenwürmer; in Cylinder-Form die Fadenwürmer, Spuhlwürmer u. a.; in länglicher Scheiben-Form die Plattwürmer; in bandartiger gegliederter Form die Bandwürmer. Unter den Strahlthieren zeigen sich solche, bei denen strahlenartige Verlängerungen oder Anhänge von einer Kugel ausgehen wie bei den Seeigeln; oder von einer Walze, wie bei den Holothurien; oder von dem Umfange einer Scheibe, wie bei den Seesternen. Der Körper der Anneliden ist durch Einschnürungen in ringartige Glieder abgetheilt; entweder unter Walzen-Form, wie bei den Erdwürmern, Gordien und Sipunkeln; oder unter Band-Form, wie bei den Blutegeln und Planarien. An der Walze zeigen sich ferner an einem Ende, wo der Mund sich befindet, Strahlen, so bei den Röhrenwürmern; oder es kommen hier

Digitized by Google

sowohl als an dem bandförmigen Körper noch seitliche Anhänge in verschiedenartiger Form vor, wie bei den Sandwürmern, Amphinomen, Nereïden, Amphitriten und Aphroditen. Bei diesen Thieren ist eine Rücken- und Bauch-Fläche, so wie ein Mund- oder Kopf-Ende, und ein After- oder Schwanz-Ende bemerkbar. Sehr mannigfaltig erscheint die Gestaltung der Mollusken. Der Körper bildet einen rundlichen, ovalen, oder cylindrischen Sack mit Mund- und After-Oeffnung versehen, so bei den Ascidien und Salpen. Der eiförmige oder längliche, und von den Seiten zusammengedrückte Körper ist mit seitlichen hautförmigen Verlängerungen versehen, von denen die äussersten, der Mantel genannt, mit kalkartigen Schaalen verbunden sind, wie bei den Muschelthieren. Die Schaalen sind symmetrisch, so bei den Pinnen, Archen, Miess- und Teich-Muscheln u. a.; oder sie sind unsymmetrisch, so bei den Anomien, Austern u. a. Der Körper ist oval und hat seitliche flossenartige Häute, wie bei den Hyaleen; der Körper ist walzenförmig, unten mit einer Scheibe, und vorn mit paarigen Anhängen versehen, wie bei den Gasteropoden. Der Rücken ist hier entweder nackt und frei, wie bei den Eodschnecken; oder er ist mit Büscheln besetzt, so bei den Thetys, Tritonien und Eoliden; oder endlich er ist mit kalkartigen Schaalen in mancherlei Form verbunden, wie bei den Patellen, Seeohren, Stachelschnecken, Walzenschnecken, Kegelschnecken, Schwimmschnecken, Blasenschnecken, Tellerschnecken u. a. Endlich ist der Körper länglich, walzen- oder eiförmig, und hat einen, durch einen Hals gesonderten Kopf, von dem strahlenartige, mit Saugnäpfen versehene Verlängerungen ausgehen, wie bei den Sepien.

§. 101.

Bei den höheren oder zusammengesetzteren Thieren sehen wir mehr oder weniger deutlich die Kugel- und Cylinder-Form mit strahlenartigen Verlängerungen zugleich auftreten. Die Kugelform zeigt sich mannigfaltig modificirt an dem einen Ende des Körpers, als Kopf. Die Cylinder-Form erscheint als Rumpf, bald walzenartig wie bei den Schlangen und mehreren Fischen; bald plattgedrückt als Scheibe, bei den Rochen, Fröschen und Schildkröten;

Digitized by Google

bald an den Seiten zusammengedrückt wie bei den meisten Fischen, Eidechsen, Vögeln und Säugethieren. Die strahlenartigen, zu beiden Seiten des Rumpfs angelagerten Verlängerungen endlich stellen die Gliedmassen, die Flossen, Füsse und Flügel dar. Kopf, Rumpf und Gliedmaassen sind entweder äusserlich durch Einschnitte abgegränzt oder die Thiere sind äusserlich gegliedert, wie die Insekten, Arachniden und Spinnen. Oder aber die Gliederung ist innerlich, und wird äusserlich nur durch mehr oder weniger deutliche Einschnürungen angedeutet, wie bei den Wirbelthieren. Bei diesen zerfällt der Kopf wieder in den Scheel und das Antlitz. Der Rumpf ist mehr oder weniger deutlich in Hals Brust, Bauch und einen Anhang, den Schwanz, abgetheilt. Auch die Gliedmaassen zeigen in ihrer Gliederung mancherlei Abstufungen. Bei allen zusammengesetzten Thieren sind äusserlich drei Gegensätze ausgedrückt, nämlich Kopf- und Rumpf-Ende, Rücken- und Bauch-Fläche, und rechte und linke Seite.

Wie sehr übrigens die Natur die hier nur kurz angedeuteten Formen in den sehr zahlreichen Thier-Arten auf das mannigfaltigste modificirt und combinirt hat, ist aus der Naturgeschichte der Thiere bekannt.

§. 102.

Die meisten Thiere, und zwar die zusammengesetzteren, die Säugethiere, Vögel, Amphibien, Fische, auch die Krebse, Spinnen, Insekten, Würmer, und selbst die grössere Anzahl der Mollusken zeigen eine symmetrische Bildung, und sind aus zwei gleich gestalteten, in der Längen-Achse verbundenen Hälften zusammengesetzt. Hiervon machen nur wenige eine Ausnahme, z. B. unter den Fischen die Schollen, deren Augen auf der einen oder andern Seite des Körpers gelagert sind; desgleichen einige Gasteropoden, bei denen die Mündungen der Athmungs-Werkzeuge, des Afters und der Geschlechtstheile auf einer Seite vorkommen, und verschiedene Muschelthiere, deren beide Schaalenstücke unsymmetrisch sind. In strahlenförmiger Anordnung erscheint die Symmetrie bei den Strahlenthieren. Aufgehoben ist die Symmetrie bei den meisten Korallen, deren Stamm eine ästige Anordnung zeigt. Die Korallen sind jedoch eigentlich

Digitized by Google

nicht hierher zu zählen, weil sie mehr als eine Vereinigung von vielen Individuen zu betrachten sind. Jeder einzelne Polyp zeigt ausserdem wieder Symmetrie.

Bei den Gewächsen ist zwar ebenfalls eine gewisse symmetrische Bildung nicht zu verkennen, wie noch neuerlich DE CANDOLLE[1] dargethan hat, jedoch nicht in dem Grade und in der Art wie bei den Thieren, und namentlich ist ihr Körper nicht aus zwei gleich gestalteten, in dem Längen-Durchmesser verbundenen Hälften zusammengesetzt. Nur an einzelnen Theilen der Pflanzen, den Blättern, Blüthen, Samen-Kapseln, Früchten und Samenkörnern nehmen wir oft eine solche symmetrische Anordnung wahr, so wie auch in der Stellung der Befruchtungstheile meist eine strahlenförmige Anordnung bemerkbar ist.

1) *Organographie végétale. Paris* 1827. *Vol.* 2. *Ch.* 2. *Sur la symmétrie végétale.*

Digitized by Google

Drittes Kapitel.

Von der inneren Zusammenfügung.

1) *Ueber Anatomie der Gewächse.*

M. Malpighi Anatome plantarum. Londini 1675. fol.

N. Grew Anatomy of plants. London 1682. fol.

J. Hill Construction of timber. London 1770. 8.

K. Sprengel Anleitung zur Kenntniss der Gewächse. Halle 1802. 1807. 8.

— — Vom Bau und der Natur der Gewächse. Halle 1812. 8.

C. F. Brisseau Mirbel Traité d'anatomie et de physiologie végétale. Paris 1802.

— — — Exposition et défense de ma théorie de l'organisation végétale. Amsterdam 1808. Paris 1809. 8.

Aubert du petit Thouars Essai sur l'organisation des plantes. Paris 1806. 8.

L. C. Treviranus Vom inwendigen Bau der Gewächse. Goettingen 1806. 8.

K. A. Rudolphi Anatomie der Pflanzen. Berlin 1807. 8.

H. E. F. Link Grundlehren der Anatomie und Physiologie der Pflanzen. Goettingen 1807. 8.

— — Nachtrag. Goettingen 1809. 8.

I. I. P. Moldenhauer Beiträge zur Anatomie der Pflanzen. Kiel 1812. 4.

D. G. Kieser Mémoires sur l'organisation des plantes. Harlem 1814. 4.

De Candolle Organographie végétale. Paris 1827. 2. Vol. 8.

2) *Ueber Anatomie der Thiere.*

I. F. Blumenbach Handbuch der vergleichenden Anatomie. Goettingen 1805. 8. 3. Ausg. 1824.

G Cuvier Leçons d'anatomie comparée. Paris, An 8. 1809. 5. T. 8. ins deutsche übersetzt von I. F. Meckel 1809. 4. B.

G. Jacopi Elementi di fisiologia e notomia comparativa. Milano 1808. 3 Vol. 8.

Ev. Home Lectures on comparative anatomy. London 1814. 4. T. 4.

C. G. Carus Lehrbuch der Zootomie. Leipzig 1818. 8.

I. F. Meckel System der vergleichenden Anatomie. Halle 1821. 8.

Ducrotay de Blainville De l'organisation des animaux, ou principes d'anatomie comparée. Paris 1822. 8.

Digitized by Google

§. 103.

Thiere und Pflanzen bestehen beide aus flüssigen und festen Theilen; jedoch ist meistens die Menge der flüssigen Theile in ersteren grösser als in letzteren [1]. Die Consistenz jener ist daher weicher als bei diesen. Zwischen den Thieren selbst zeigt sich die Verschiedenheit, dass die in der Luft lebenden Thiere im Durchschnitt consistenter sind, als die im Wasser sich aufhaltenden, was bei einer Vergleichung der Säugethiere, Vögel und Insekten mit den Fischen, Wasser-Mollusken, Würmern, Medusen und Polypen bemerkbar ist. Diese Verschiedenheit scheint darin begründet, dass in der Luft eine stärkere Verdunstung statt hat, während diese im Wasser geringer ist und zugleich noch eine grosse Menge von Flüssigkeit eingesaugt wird.

1) Hiervon gibt es freilich auch Ausnahmen, wozu die Gewächse mit fleischigen Blättern gehören.

§. 104.

Die flüssigen und festen Theile der Thiere und Gewächse zeigen hinsichtlich der Form und Zusammensetzung Verschiedenheiten. Die in den zusammengesetzteren Thieren vorkommenden Flüssigkeiten, der Chylus, das Blut, der Schleim, Speichel, pankreatische Saft, die Galle, der Urin und die Zeugungs-Flüssigkeiten sind von denen der Gewächse, dem rohen Pflanzensaft, dem Bildungssaft, der Flüssigkeit der Nektarien, und den in verschiedenen Höhlen abgesetzten gummi- und harzartigen Flüssigkeiten verschieden. Ueberhaupt ist die Anzahl der verschiedenartigen Fluida, besonders der abgesonderten, in den Thieren grösser als in den Pflanzen. Die in die Zusammensetzung der Thiere und Pflanzen eingehenden festen Theile zeigen noch auffallendere Verschiedenheiten als die flüssigen, die wir in gedrängter Kürze andeuten wollen.

§. 105.

Die einfachsten Gewächse, die eigentlichen Zellen-Pflanzen oder Akotyledonen, die Algen, Schwämme, Flechten und Moose, obgleich in ihrer äusseren Gestaltung eine grosse Mannigfaltigkeit zeigend, bestehen aus einer meistens

Digitized by Google

ganz gleichförmigen, rundliche oder verlängerte, oft schlauchartige Zellen bildenden Substanz, in der sich Flüssigkeiten oder ein körniges Wesen vorfinden, ohne dass man sonstige Gewebe unterscheiden kann. Selbst wenn äusserlich in der Form verschiedene Gebilde vorhanden sind, wie Wurzeln, Stengel und Blätter, so zeigen diese dennoch in ihrer Textur keine deutlichen heterogenen Gewebe. Den Uebergang von den Acotyledonen zu den zusammengesetzteren Gewächsen machen die Charen, Farrenkräuter, Equiseten u. a., in denen verschiedenartige Gewebe hervortreten, die am deutlichsten in den Phanerogamen, den Monocotyledonen und Dicotyledonen sind. Alle diese Gewächse sind aus Zellengewebe, einem röhrigen oder Gefäss-Gewebe, den Spiral-Gefässen und Ernährungs-Gefässen, zusammengesetzt, und sie sind äusserlich von einer deutlichen Oberhaut umhüllt. Man kann sie daher mit DE CANDOLLE Gefäss-Pflanzen nennen.

§. 106.

Das Zellengewebe, welches bei der Bildung eines Gewächses oder in einem jungen Pflanzentheil zu allererst erscheint, ist eine weiche, gleichförmige Substanz, in der man mit Hülfe des Mikroscops kleine Bläschen oder Kügelchen erkennt, wie MALPIGHI, GREW, SPRENGEL, die Gebrüder TREVIRANUS, LINK u. a. dargethan haben. In dem ausgebildeten Zellengewebe dagegen zeigen sich Räume, eigentliche Zellen, von festen, starren, häutigen Wandungen eingeschlossen, in verschiedener Form und Grösse, und mit verschiedenartigen Materien angefüllt. Diese Zellen scheinen nach den Untersuchungen von TREVIRANUS, KIESER, DU PETIT-THOUARS [1], POLLINI [2], AMICI [3], DUTROCHET [4], TURPIN [5] und DE CANDOLLE [6] aus aneinander liegenden und zusammengeschmolzenen Bläschen zu bestehen. In dem Stamm und Stengel umgibt das Zellengewebe die Spiral-Gefässe, so wie es in der Rinde auch die den Bildungssaft enthaltenden Ernährungs-Gefässe einschliesst. In der Mitte des Holzes der Bäume und Sträucher stellt es das Mark dar. Zwischen den Zellen, besonders des Marks, und in den Gräsern zwischen den Spiralgefässen, sind oft langgestreckte Räume oder Gänge vorhanden, welche L. C. TREVIRANUS Intercellular-Gänge genannt hat. In dem Marke, namentlich der

Digitized by Google

Stengel der Doldengewächse, im Halm der Gräser und in den Blattstielen der Wasserpflanzen bildet das Zellengewebe schlauchartige, mit Luft gefüllte Räume, die Luftbehälter Rudolphi's. Endlich stellt es in der Rinde und im Holze mancher Gewächse geschlossene, längliche Räume dar, die abgesonderte, harzige, ölige, schleim- oder gummiartige Flüssigkeiten enthalten. Dies sind die von L. C. Treviranus beschriebenen Saftbehälter oder Saftgänge.

1) *Essai sur la végétation. Ess.* 5. *p.* 66.
2) *Elemens botan. T.* 1. *p.* 43. *fig.* 5,
3) *Osservaz. microscop. fig.* 19. 20. 23. 30.
4) *Recherches sur la struct. végét. Paris* 1824. *p.* 10. 47.
5) *Mem. lu à l'Acad. des Sc. de Paris,* 1826.
6) *Organographie végétale. T.* 1. *p.* 20.

§. 107.

Das röhrige oder Gefäss-Gewebe, über welches die Pflanzen-Zergliederer so viele Streitigkeiten geführt haben, erscheint unter zwei verschiedenen Formen, den Spiral-Gefässen und den Bildungssaft- oder Ernährungs-Gefässen. Erstere machen einen Hauptbestandtheil des Holzes und der Holzbündel aus. Sie finden sich im Wurzelstock, im Stamm, in den Zweigen, Blumen- und Blatt-Stielen. Sie verbreiten sich von diesen aus in die netzförmigen Adern der Blätter, so wie in die in den Blumenblättern vorkommenden Adern, nach de la Baisse's [1], Reichels [2], Comparetti's [3], Schwagerman's [4], Sprengel's u. a. Untersuchungen. Spiral-Gefässe endlich dringen selbst in die Staubfäden, den Griffel, so wie in die Früchte ein. Im Halme der Gräser, so wie in den Stengeln und Stielen der krautartigen Gewächse kommen sie als abgesonderte Bündel vor; während sie im Holze der Bäume und Sträucher dicht zusammengedrängt den Holzkörper bilden. Sie fehlen gänzlich in der Rinde. Als blosse Abarten der Spiral-Gefässe sind die von Malpighi beschriebenen Holzröhren, so wie die von Grew angeführten Saftgefässe zu betrachten. Auch die Ringgefässe, die netzförmigen Gefässe oder Treppengänge, die punktirten Gefässe, so wie die rosenkranzförmigen Gefässe Mirbels scheinen Modificationen der Schraubengänge zu seyn.

Digitized by Google

In dem Holze junger Zweige sieht man deutlich, dass die Spiral-Gefässe aus zähen, ausdehnbaren und elastischen spiralförmig gewundenen, dünnen Faden bestehen, die sich auseinander rollen lassen, und durch ihre Windungen die Wände eines Kanals bilden. Eine im Kanal des Spiral-Gefässes vorkommende innere, oder eine äussere Haut ist zufolge Schwagerman's, Comparetti's, Link's, Rudolphi's, L. C. Treviranus, Sprengels u. a. Untersuchungen nicht vorhanden. Diese Gefässe scheinen vorzüglich, die besonders im Frühling von den Wurzeln zu den verschiedenen Theilen der Gewächse, als roher Nahrungssaft, aufsteigende Flüssigkeit, zu enthalten.

1) *Diss. sur la circulation de la seve des plantes. Bordeaux* 1733. 8.
2) *De vasis plantarum spiralibus. Lipsiae* 1738. 4.
3) *Prodomo di fisica vegetabile. p.* 19.
4) Verhandl. der *Maatschap te Harlem. T.* 20. *p.* 180. *T.* 21. *p.* 118.

§. 108.

Die andere Art von Gefässen ist die der Bildungssaft- oder Ernährungs-Gefässe, deren Vorkommen, Bau und Anordnung am wenigsten genau erkannt worden ist. Malpighi, Grew, Hill u. a. haben schon Gefässe besonderer Art *(Vasa propria s. peculiaria)*, in den Gewächsen angenommen, welche den eigentlichen zur Ernährung bestimmten Saft, der dem Blute der Thiere zu vergleichen sei, enthielten, und diesen durch das Gewächs verbreiteten. Knight's Versuche machten es wahrscheinlich, dass der rohe von den Wurzeln aufgenommene und durch die Saftröhren des Holzes in die Blätter geleitete Pflanzensaft mittelst des Athmens eine höhere Stufe der Verähnlichung erlange, und dann durch eigene Gefässe von den Blättern abgeleitet und den verschiedenen Theilen zum Behufe der Ernährung zugeführt werde. J. P. Moldenhauer[1] glückte es in mehreren Gewächsen, in dem Pisang und der Mayspflanze, besondere, mit einem trüben oder gefärbten Saft gefüllte Gefässe, die er fibröse nannte, aufzufinden. G. R. Treviranus[2] bestätigte das Daseyn solcher Gefässe im Holze und unter der Rinde in verschiedenen Gewächsen. Er legte dem trüben, milchigen und Kügelchen enthaltenden Saft, womit die Gefässe gefüllt sind, den Namen

Digitized by Google

des Bildungssafts bei, und sah denselben als die eigentliche verarbeitete Nahrungsflüssigkeit an. Schultz [3] erwarb sich das Verdienst, das Vorkommen solcher besonderen, den Saft von den Blättern zurückführenden Gefässe in vielen Pflanzen nachzuweisen. Er nannte den in denselben enthaltenen Saft, Lebenssaft, und die Gefässe, Lebens-Gefässe. Von dem Vorhandenseyn dieser Gefässe hat Herr Schultz mich überzeugt.

Diese Gefässe, von ungemein zartem Baue liegen in Form von Bündeln an den Spiral-Gefässen der Blätter, Stengel und Stiele der krautartigen Gewächse. Ferner finden sie sich bei den Pflanzen, in denen ein deutlich gebildeter Holz- und Rinden-Körper vorkommt, in der Wurzel und im Stamm der Bäume und Sträucher, in der inneren weichen Schichte der Rinde, oder der Rinden-Substanz, und von hier aus vertheilen sie sich in das Holz und das Zellengewebe. Ihre Wandungen bestehen aus einem gleichförmigen, zarten, weissen und durchsichtigen Häutchen. In denselben ist die eigentliche Bildungs- oder Ernährungs-Flüssigkeit enthalten, die aus dem rohen, durch die Wurzel und den Stamm in die Blätter aufsteigenden Saft, unter dem Einflusse der Luft und des Lichts, bereitet, und den verschiedenen Theilen zum Behufe der Ernährung, des Wachsthums und der Absonderung zugeführt wird.

1) Beiträge zur Anatomie der Pflanzen S. 130.

2) Ueber die Gefässe und den Bildungssaft der Pflanzen, in den vermischten Schriften B. 1. S. 145.

3) Von der Natur der lebendigen Pflanzen B. 1. S. 515.

§. 109.

Aus jenen Elementar-Geweben, in höchst vielfältiger Verbindung und Anordnung, ist der Körper aller Gefäss-Pflanzen, mit allen ihren verschiedenen Theilen, der Wurzel, dem Stamm oder Stengel, den Blättern, Blüthen und Früchten zusammengesetzt, so grosse und zahlreiche Verschiedenheiten sie auch in ihrer äusseren Gestaltung bei den Familien, Gattungen und Arten darbieten [1]. Nehmen wir Rücksicht auf die Thätigkeits-Aeusserungen, welche diese Theile ausüben, so bemerken wir, dass es bloss solche sind, welche die Ernährung, das Wachsthum, die Zeugung

Digitized by Google

und Bildung der Gewächse bewirken, nämlich Einsaugung von Nahrungsmaterien, Verähnlichung derselben, Athmen, Saftbewegung, Ernährung und Absonderung, so wie endlich die Vorgänge des Zeugens. Es lassen sich die Theile hinsichtlich der Verrichtungen abtheilen in solche, welche durch ihre Thätigkeits-Aeusserungen die Erhaltung des Einzelwesens bewirken, und in solche, welche die Zeugung oder Hervorbringung neuer Wesen ihrer Art zu Stande bringen, und sich auf die Erhaltung der Gattung beziehen. Zu ersteren gehören die Wurzel, der Stamm oder Stengel und die Blätter; zu letzteren dagegen sind zu zählen, die Blüthen, Früchte, Samen, Knospen, Knollen und Zwiebeln. Am zweckmässigsten betrachten wir den Bau derselben in folgendem Abschnitt bei den Thätigkeits- oder Lebens-Aeusserungen der Gewächse.

1) *De Candolle (Organographie végétale T. 1. p. 5.) sagt: La texture intime des végétaux, vue aux plus forts microscopes, offre peu de diversités. Les plantes les plus disparates par leurs formes extérieures, se ressemblent à l'intérieur à un degré vraiment extraordinaire.*

§. 110.

Bei weitem zahlreicher als bei den Gewächsen, und zugleich von ganz eigenthümlicher Beschaffenheit, sind die in die Zusammensetzung der Thierkörper eingehenden Gewebe und Gebilde. Was die allgemein in den thierischen Organismen verbreiteten Gewebe anlangt, die man mit Ausnahme der einfachsten Thiere, der Infusorien, Polypen, Quallen und mehrerer anderen Zoophyten, die aus einer gallert- oder schleimstoff-artigen Masse bestehen, in allen übrigen antrifft, so sind diese Zellstoff, Gefässe, Nerven und Muskelfasern. Sie sind die Elementar-Gewebe, welche in mannigfaltiger Combination und Anordnung die verschiedenen Werkzeuge der thierischen Organismen darstellen. Zu diesen gesellen sich ferner noch einige andere weniger allgemein vorkommende Gewebe, wie das sehnige oder fibröse, das Knochen- und Knorpel-Gewebe und das Horn-Gewebe. Die Beschaffenheit und die Eigenschaften dieser Gewebe wollen wir in den allgemeinsten Umrissen angeben.

Digitized by Google

§. 111.

Der Zell- oder Schleim-Stoff ist das in den Thieren am allgemeinsten verbreitete, von den Zoophyten an bis zum Menschen in die Zusammensetzung aller Thiere eingehende Gewebe. Es erscheint als eine gleichförmige, weissliche, halb durchsichtige, weiche, fast schleimähnliche, dehnbare, mit einem gewissen Grade von Zähigkeit begabte und im Leben etwas contractile Substanz. Leicht nimmt es Flüssigkeiten in sich auf, so wie es auch für luftförmige Materien permeabel ist. Ursprünglich enthält es keine Räume und Höhlen, doch lässt es sich leicht durch eingetriebene Luft und Flüssigkeit zu Zellen ausdehnen. Zwischen dem Zellstoff der Gewächse und Thiere findet nach der von Rudolphi[1] zuerst gemachten Bemerkung der Unterschied statt, dass ersterer mehr oder weniger regelmässige Höhlen oder Zellen mit festen oder starren Wandungen zeigt, die in letzteren nicht vorkommen. Der Zellstoff füllt eines Theils, als Ausfüllungs- oder Umhüllungs-Zellstoff, die zwischen den Organen vorkommenden Räume aus; anderen Theils geht er als parenchymatöser Zellstoff in die Textur der Organe selbst ein, und enthält oder schliesst die übrigen Gewebe in sich ein. Im Umhüllungs-Zellstoff findet sich eine dünne und durchsichtige wässrige Flüssigkeit, das Serum. Bei den zusammengesetzteren Thieren kommt oft in ihm an verschiedenen Orten eine undurchsichtige, weisse oder gelbe Substanz vor, die in rundlichen, grösseren oder kleineren Säckchen eingeschlossen ist. Diese ist das Fett, welches nach Chevreul's Untersuchungen aus Stearin und Eleïn besteht.

1) Anatomie der Pflanzen. S. 26.

§. 112.

Der Zellstoff verdichtet und in Flächen ausgebreitet bildet die Grundlage der allgemeinen Bedeckungen, so wie der Schleim, Serum und Gliedwasser absondernden Häute. Der zur Lederhaut verdichtete Zellstoff bildet die Grundlage der allgemeinen Bedeckungen und schliesst alle Werkzeuge des Thierkörpers in sich ein. Er schlägt sich an den verschiedenen grösseren Oeffnungen in die Höhlen des Körpers hinein, wo er in die Schleimhäute übergeht. Bei

Digitized by Google

vielen Thieren bildet die Haut ästige oder blätterförmige Anhänge, die Kiemen, welche der Respiration im Wasser vorstehen. Die bei den meisten Thieren von zahlreichen Gefässen und Nerven durchzogene Haut unterhält mit den umgebenden Medien einen Wechsel-Verkehr. Eines Theils findet auf ihr eine Aufnahme von luftförmigen oder tropfbar-flüssigen Materien statt; anderen Theils geschieht hier eine Aussonderung von luftartigen Materien durch Verdünstung, oder eine Ausscheidung von tropfbar-flüssigen Substanzen als Schweiss, Schleim oder Fett. Die in die Haut eingehenden Nerven ertheilen ihr einen mehr oder weniger hohen Grad von Empfindlichkeit für mechanische oder chemische Einwirkungen, so wie für die Temperatur-Verhältnisse.

§. 113.

Die aus verdichteten Zellstoff gebildeten, und meist mit zahlreichen Gefässen und Nerven versehenen Schleimhäute, deren innere Fläche Flüssigkeiten absondert, überziehen alle nach aussen mündenden oder mit der Oberfläche des Körpers in Verbindung stehende Höhlen, den Nahrungsschlauch oder Darmkanal mit den in diesen einmündenden Ausführungsgängen der Drüsen, ferner die Tracheen und Lungen, die Harnwerkzeuge und die Höhlen der Zeugungsorgane. Sie geben also die Grundlage ab für die verschiedenen, der Aufnahme und Verähnlichung der Nahrungsmittel, dem Luft-Athmen, der Säfte-Absonderung und der Bereitung und Fortleitung der Zeugungs-Flüssigkeiten vorstehenden Organe.

§. 114.

Zu Häuten verdichteter Zellstoff, von feinen Gefässen durchzogen, bildet ferner die Grundlage grösserer oder kleinerer, in sich geschlossener blasenartiger Säcke, der serösen und Gelenk-Häute. Die innere freie und glatte Fläche dieser Säcke sondert eine wässrige, gelösten Eyweissstoff enthaltende Flüssigkeit ab, welche fortdauernd mittelst Einsaugung wieder aufgenommen wird. Die äussere Fläche dagegen ist durch lockeren Zellstoff an verschiedene Organe befestigt. Diese Häute befördern durch ihre

Digitized by Google

innere glatte und absondernde Fläche die Bewegungen der von ihnen überzogenen Organe.

Die serösen Häute schliessen Organe ein, an denen unwillkürliche oder automatische Bewegungen vorkommen. Sie umhüllen das Herz, die Lungen, den Darmkanal mit seinen drüsigen Anhängen, und die die Zeugungs-Flüssigkeiten bereitenden Organe. Auch das Gehirn und Rückenmark mit den Nerven-Ursprüngen sind von einer zarten serösen Haut eingeschlossen, die sich auf die denselben durch die Circulation und das Athmen mitgetheilten Bewegungen bezieht.

Synovial- oder Gelenk-Häute kommen bei den Thieren mit einem inneren gegliederten Gerippe an den Enden von Knochen vor, die in beweglicher oder Gelenk-Verbindung zusammentreten, so wie hin und wieder zwischen Sehnen, besonders an Stellen, wo sie über Rinnen von Knochen gleiten. Diese Häute mit ihrem Absonderungs-Producte, dem Gliedwasser, beziehen sich auf die Beförderung von willkührlichen Bewegungen.

§. 115.

Die in der grössten Anzahl von Thieren, den Säugethieren, Vögeln, Amphibien, Fischen, Krebsen, Spinnen, Insekten, Mollusken, Würmern und Strahlthieren vorhandenen Gefässe, den aus den Nahrungsmitteln bereiteten und verähnlichten Nahrungs- oder Bildungs-Saft in sich enthaltend, sind ästige durch den Körper vielfach verzweigte Kanäle, deren Stämme entweder unmittelbar in einander übergehen, oder deren Verbindung durch die Höhlen des Herzens vermittelt ist. Den Gefässen liegt eine zarte, an der inneren Fläche glatte, von dem Nahrungssaft bespülte, und aus verdichtetem Zellstoff bestehende Haut zum Grunde. Diese Haut, die sich auch durch die Höhlen des Herzens hinzieht, bildet an verschiedenen Stellen und in verschiedenen Abtheilungen des Gefässsystems Falten, die Klappen, welche den durch die muskulösen Wandungen des Herzens, oder die contractilen Wandungen der Gefässe, bewegten Safte die Bahnen vorzeichnen, der durchströmen soll. Aeusserlich ist die durch die Abtheilungen des Gefässsystems sich hinziehende Haut mit Geweben eigener Art be-

Digitized by Google

legt. An dem durch die Höhlen des Herzens sich verbreitenden und die Gefässstämme verbindenden Theile befinden sich Schichtungen von Muskelfasern. An den Wandungen der meisten Gefässe zeigt sich ein faseriges, weisslichgelbes oder blassröthliches Gewebe eigener Art, das man die Gefässfaser nennen kann. Dieses Gewebe, welches sich theils kreisförmig, theils der Länge nach über die Gefässe hinzieht, ist mit einem eigenen Contractions-Vermögen begabt. Die Gefässe zerfallen bei den zusammengesetzteren Thieren in drei Abtheilungen, in Arterien, Venen und Saugadern.

§. 116.

Die gegen die Peripherie des Körpers sich ästig vertheilenden, meist aus den Höhlen des Herzens entspringenden Gefässe, werden Arterien oder Pulsadern genannt. Sie zeichnen sich durch Dicke des Gefässgewebes aus, das kreisförmig die Gefässe umschlingt. Ihre innere glatte Haut bildet nur an ihrem Ursprung aus den Höhlen des Herzens, von diesem wegsehende Klappen. Das in diesen Gefässen enthaltene Blut wird mittelst ihrer ästigen Vertheilungen theils den verschiedenen Organen zum Behufe der Ernährung zugeführt, welche die nährenden Bestandtheile aus denselben anziehen; theils aber ist es die Quelle, woraus die verschiedenen Säfte abgesondert werden. In einer besonderen Abtheilung von Arterien, die sich in die Athmungs-Werkzeuge verzweigt, erfolgt die Umwandlung des rohen Nahrungssafts in Blut, durch Anziehung von Bestandtheilen der atmosphärischen Luft und durch Ausscheidung von Kohlensäure und Wasser.

§. 117.

Andere Gefässe, die aus den Organen ihren Ursprung nehmen und mit den feinsten Verzweigungen der Arterien in unmittelbarer Verbindung stehen, vereinigen sich zu Zweigen, Aesten und Stämmen, welche entweder in die Höhlen des Herzens einmünden, oder in Arterien-Stämme übergehen. Dies sind die Venen. Ihre innere glatte Haut bildet in den meisten Thieren zahlreiche, gegen die Stämme und Höhlen des Herzens gerichtete Klappen. Ihr Gefässgewebe ist dünn und verbreitet sich grösstentheils der Länge

Digitized by Google

nach über die Gefässe. Die Venen führen das Residuum des Blutes, welches nicht zur Ernährung der Organe und zur Absonderung von Flüssigkeiten verwendet worden ist, zu dem Herzen und den Arterien-Stämmen zurück. Zum Theil stehen diese Gefässe auch der Aufnahme von Materien vor. Endlich leitet eine aus den Athmungs-Werkzeugen entspringende Abtheilung von Venen das aus dem rohen Nahrungssaft bereitete Blut dem Herzen oder den Arterien-Stämmen zu.

§. 118.

Eine dritte Abtheilung von Gefässen endlich, die bis jetzt nur in den Säugethieren, Vögeln, Amphibien und Fischen aufgefunden wurde, ist die der Saugadern oder Lymph-Gefässe. Sie nehmen aus den verschiedenen Häuten, den Schleim-, serösen- und Synovial-Häuten, und aus der Lederhaut, denen verdichteter Zellstoff zum Grunde liegt, so wie aus dem Umhüllungs- und parenchymatösen Zellstoff der Organe ihren Ursprung. Dass die Saugadern auf irgend einer Haut oder an einem anderen Gebilde mit deutlichen Mündungen ihren Ursprung nehmen, ist noch nicht mit Bestimmtheit nachgewiesen worden. Es ist daher wahrscheinlich, dass sie zunächst aus dem Zell- oder Schleimstoff ihren Anfang nehmen. Diese Gefässe vereinigen sich zu Zweigen, Aesten und Stämmen, und verbinden sich mit den Venen; daher sie als ein Anhang des Venensystems angesehen werden können. Ihre innere glatte Haut ist in den meisten Thieren mit zahlreichen gegen die Stämme gerichteten Klappen versehen. Eine deutliche Faserhaut ist mit Gewissheit nicht dargethan. Die Verrichtung der Saugadern besteht in der Aufnahme der in dem Darmkanal aus den Nahrungsmitteln bereiteten Flüssigkeit, so wie in der Einsaugung von flüssigen Materien, die mit den allgemeinen Bedeckungen und den Schleimhäuten in Berührung kommen. Auch nehmen sie ferner die in die serösen Häute und Gelenkhäute abgesonderten Fluida wieder auf, so wie sie endlich der Einsaugung der in der Substanz der verschiedenen Organe wieder flüssig gewordenen Bestandtheile derselben vorstehen. Die Anordnung ihrer Klappen sowohl, als die nach Unterbindung der Saugadern lebender Thiere unter-

Digitized by Google

halb des Bands erfolgende Anschwellung beweisen, dass die in diesen Gefässen enthaltenen Flüssigkeiten von den Zweigen und Aesten, und also von den Organen zu den Venenstämmen, in die sie sich öffnen, fortgeleitet werden.

§. 119.

Ein anderes den Thieren eigenthümliches Gewebe ist das der Nerven. Das Vorkommen derselben in den Säugethieren, Vögeln, Amphibien und Fischen war schon den griechischen Naturforschern bekannt. Durch die anatomischen Untersuchungen Swammerdamm's, Willis und Redi's wurden sie in den Krebsen, Insekten, Mollusken und Würmern entdeckt. Dem regen Forschungsgeiste der neueren Zeit war es vorbehalten, sie auch in mehreren der niedersten Thiere, den Seesternen, Actinien, Pyrosomen, Ascidien und einigen Eingeweidewürmern, denen man diese Gebilde zu Haller's Zeit noch gänzlich abgesprochen hatte, nachzuweisen. Nur in den Infusorien, Polypen, Medusen und verschiedenen anderen Zoophyten und den meisten Eingeweidewürmern ist es bis jetzt nicht geglückt deren Daseyn durch das anatomische Skalpell darzuthun. Da wir aber an diesen Thieren Erscheinungen wahrnehmen, die bei den zusammengesetzteren Thieren durch Nerven vermittelt sind, nämlich Empfindlichkeit und willkürliche Bewegungen; so ist es nicht unwahrscheinlich, dass die in ihnen vorhandene Nervensubstanz vielleicht noch mit ihrer gallert- oder schleimstoff-artigen Masse verschmolzen ist, ohne als ein besonderes Gewebe hervorzutreten.

§. 120.

Das Gewebe der Nerven besteht in allen Thieren, so weit bis jetzt die Untersuchungen reichen, aus einer weichen, wenig consistenten, weissen Masse, dem Nervenmark. Dies ist aus kleinen Kügelchen zusammengesetzt, die in einer halbflüssigen Substanz, einem feinen Zell- oder Schleimstoff, eingesenkt und durch diesen verbunden sind, wie sich aus den hierüber angestellten mikroscopischen Untersuchungen ergibt. Die in dem feinem Zellstoff befindlichen Kügelchen der Nervensubstanz sind meistens in Reihen gelagert und stellen die Mark- oder Nerven-Fibern dar. Die

Digitized by Google

Markfasern werden äusserlich von verdichtetem Zellstoff eingeschlossen, der Röhrchen oder Kanäle bildet, welche man Nervenscheiden nennt. Bei allen mit Blutgefässen versehenen Thieren treten feine Gefässe in die Nervenhüllen und in die Marksubstanz. In den mit Saugadern ausgerüsteten Thieren nimmt man auch solche Gefässe in den Nervenscheiden wahr. Die Gefässe vermitteln die Ernährung der Nervensubstanz und beziehen sich auf die in denselben während ihres Lebens mit ihren Thätigkeits-Aeusserungen verbundenen Mischungs-Veränderungen.

§. 121.

Die Nerven-Substanz, durch den ganzen Körper im Zusammenhang stehend, ist theils ästig oder strahlig, als eigentliche Nerven durch den Körper der Thiere verbreitet, deren feinere Verzweigungen in die Zusammensetzung fast aller Organe und Gebilde eingehen. Theils aber ist sie in mehr oder weniger grossen Massen zu Nervenknoten, Markkernen und Marksträngen angehäuft, welche letztere in ihrer Vereinigung das Gehirn und Rückenmark darstellen. An Orten, wo die Marksubstanz angehäuft ist, nimmt man noch eine weichere, grauröthliche oder gelbliche Substanz wahr, die gleichfalls aus Kügelchen und einem reichlich vorhandenen, zarten Schleimstoff besteht, in den sich sehr zahlreiche Gefässe aufs feinste vertheilen. Dies ist die graue Substanz.

§. 122.

Der Nerven-Apparat vermittelt und bedingt während des Lebens die geistige Thätigkeit, oder die Seelen-Aeusserungen, das Empfinden, das Vorstellen, das Bewusstseyn und den Willen, wodurch sich die Thiere wesentlich von den Gewächsen unterscheiden. Die in die verschiedenen Gebilde eingehenden Nerven ertheilen denselben die Fähigkeit durch Reize afficirt zu werden. Das Nervensystem, selbst Reize erzeugend, setzt die dem Willen unterworfenen Muskeln in Thätigkeit. Ausserdem übt es auch auf diejenigen Organe und Apparate einen bewusstlosen und automatischen Einfluss aus, durch deren Verrichtungen der thierische Körper in seiner eigenthümlichen Form und

Digitized by Google

Mischung erhalten und zu seinen Kraft-Aeusserungen befähigt wird. Es vermittelt die Aufnahme der Nahrungsmittel, influirt auf die Verdauung und Milchsaft-Bereitung, gibt den Impuls zu den Athmungs-Bewegungen, und bedingt mit die Saft-Bewegung, die Ernährung und Absonderung. Auch die auf die Erhaltung der Gattung sich beziehenden Geschlechts-Verrichtungen sind von dem Nervensystem abhängig. Kurz dieses System ist der wichtigste Apparat des Thier-Körpers, auf den sich im Leben die Thätigkeits-Aeusserungen aller übrigen Gebilde und Organe beziehen, zu dessen Behufe diese vorhanden sind, und die selbst wieder mehr oder weniger durch dasselbe in ihrem Wirken bedingt und bestimmt werden. Das durch den Thier-Körper verbreitete Nervensystem verkettet und verknüpft endlich die Organe, bringt sie zur Einheit, und unterhält sie im Wechsel-Verkehr und harmonischer Uebereinstimmung, deren Haupt-Resultat Erhaltung des Einzelwesens und der Gattung ist.

§. 123.

Muskeln finden sich in den Thieren aller Klassen von den Säugethieren an bis zu den Strahlthieren herab. Sie sind ferner in der grössten Anzahl von Eingeweidewürmern wahrgenommen worden. Selbst in Actinien, einigen Medusen und anderen Zoophyten erblickt man mit der äusseren Haut verwebte Muskelbündel. Nur in den Infusorien, Polypen und verschiedenen anderen gallertartigen Thieren hat man keine muskulösen Gebilde erkannt. Die Muskeln aller Thiere bestehen aus weissen, gelblichen oder rothen, weichen und durch Zellstoff zusammengefügten Bündeln, die aus feinen und zarten Faden gebildet sind, über deren Beschaffenheit die Anatomen viele Streitigkeiten geführt haben. So viel hat sich bis jetzt mit Gewissheit ergeben, dass diese nicht hohl, sondern solide sind. Mehrere Naturforscher wollen bei ihren mikroscopischen Untersuchungen gefunden haben, dass die Muskelfasern aus Kügelchen zusammengesetzt sind, die in Reihen gelagert und an ihren Enden verbunden erscheinen. Den Muskeln liegt eine thierische Materie, der Faserstoff, zum Grunde, der bei seinem Absatze aus dem Blute die fadige Form annimmt. In die

Digitized by Google

Muskeln dringen bei alten Thieren Nerven ein, die sich zwischen den Bündeln und Fasern mit feinen Reisern vertheilen. Ausserdem erhalten die Muskeln aller mit einem Blutgefässsystem versehenen Thiere sehr zahlreiche Blut zuführende und ihrer Ernährung vorstehende Gefässe, wodurch sie zu ihren Kraft-Aeusserungen befähigt werden.

§. 124.

Während des Lebens sind die Muskeln mit der Eigenschaft begabt, bei Reizungen, die sie oder ihre Nerven treffen, sich zu verkürzen, zu verdichten, oder zusammenzuziehen, und bei Entfernung des Reizes sich wieder auszudehnen, zu erschlaffrn, und ihre vorige Lage anzunehmen. Man nennt diese Eigenschaft Muskel-Reizbarkeit, Irritabilität. Die die Contraction der Muskeln erregenden Reize sind entweder Willens-Reize, welche in den Nervenstoff-Massen erzeugt und von diesen aus durch die Nerven auf die Muskeln fortgeleitet werden. Oder es sind Säftereize, das Blut und die verschiedenen abgesonderten Säfte, die eine Einwirkung auf hohle Muskeln ausüben. Oder endlich die in Höhlen der Thiere von aussen aufgenommenen Nahrungsmittel und die Luft, oder äusserlich mit ihnen in Berührung kommende mechanisch oder chemisch einwirkende Reize bestimmen sie zur Contraction. Die mit obiger Eigenschaft begabten muskulösen Gebilde bewerkstelligen die meisten, an den Thieren vorkommenden Bewegungen.

§. 125.

Die Muskeln zeigen in den Thieren eine sehr verschiedene Anordnung. Eine Abtheilung derselben, dichte und feste Massen darstellend, ist an die innere Fläche der allgemeinen Bedeckungen befestigt, wie bei den Eingeweidewürmern, Strahlthieren, Würmern und anderen Mollusken; oder sie steht mit kalkartigen Schaalen in Verbindung, wie bei den ein- zwei- oder mehr-schaligen Mollusken; oder sie ist an die äusserlich gegliederten horn- oder erdartigen Theile inserirt, wie bei den Insekten und Krustaceen. Bei den mit einem inneren gegliederten Gerippe versehenen Thieren, den Fischen, Amphibien, Vögeln und Säugethieren sind die meisten Muskeln an die Knochen befestigt. Diese

Digitized by Google

Muskeln bringen die Bewegungen der einzelnen Glieder und des gesammten Körpers zu Stande. Solche Muskeln kommen auch an dem Munde, den Kauwerkzeugen, den Sinnesorganen, den Athmungswerkzeugen, den Stimmorganen und den den Begattungsact vollziehenden Werkzeugen vor, deren Bewegungen sie ausüben. Eine andere Abtheilung von Muskeln ist über die äussere Fläche von Häuten ausgebreitet. Die mehr oder weniger dicken, über die innere glatte Haut des Blutgefässsystems an den Stellen sich schlingenden Fleischbündel, wo die Venen mit den Aterien-Stämmen sich verbinden, stellen das Herz dar, welches das Haupt-Werkzeug der Blutbewegung ist. Muskulöse Ausbreitungen befinden sich ferner an der äusseren Fläche aller Schleimhäute. Die der Schleimhaut des Nahrungsschlauchs vollzieht die Bewegung der in denselben aufgenommenen Nahrungsmittel und der ihnen beigemischten abgesonderten Verdauungssäfte. Die auf der Schleimhaut der Lungen und der Tracheen liegende Muskelhaut hat Antheil an der Erneuerung der Luft in dieser Höhle. Eine auf der Schleimhaut der Harnleiter und Harnblase befindliche Schicht bewegt den abgesonderten Urin. Und die auf der Schleimhaut des männlichen und weiblichen Zeugungs-Apparats liegende Muskelschichte steht der Bewegung des männlichen Samens und der Eyer vor.

§. 126.

Knochen und Knorpel, die härtesten und dichtesten Gebilde der Thiere, sind hinsichtlich der in ihre Mischung eingehenden Materien nicht wesentlich von einander verschieden. Beide enthalten eine thierische, verbrennliche Substanz und mehrere unorganische Materien. Erstere, die durch Kochen im Wasser aufgelöst und in Leim verwandelt wird, bildet ihre Grundlage, und nimmt während des Lebens die organische Gestaltung der Knorpel und Knochen an. Sie wird von den unorganischen, durch den Ernährungs- und Bildungs-Process aus der Säftemasse in sie abgesetzten Materien, der phosphor- und kohlen-sauren Kalkerde und verschiedenen andern Salzen durchdrungen. Von der relativen Menge dieser Materien zur thierischen hängt es ab, ob sie als Knochen oder Knorpel erscheinen. Alle Knochen bilden sich aus Knorpel, und diese bestehen, bei ihrem ersten

Digitized by Google

Erscheinen im Fötus, aus einer halbflüssigen, dem Zell- oder Schleim-Stoff ähnlichen Substanz, in die zunächst eine gerinnende und erhärtende Materie, wahrscheinlich Eyweissstoff, abgesetzt wird. Dieser scheint erst durch das Kochen die Eigenschaften der Gallerte anzunehmen. Sobald der Zellstoff von dieser Materie durchdrungen ist, erscheint er unter der Form der fast homogenen, dem geronnenen Eyweissstoff nicht unähnlichen Knorpelsubstanz. Mit dem reichlichen Absatz der erdigen Materien in die Knorpelmasse zeigen sich erhärtete, netzartige Fasern, die das Knochengewebe darstellen. Diese Fasern sind theils locker und schwammartig angeordnet, und bilden das innere zellige oder schwammige Gewebe der Knochen; theils aber sind sie zu Platten oder Schichten dicht zusammengedrängt und durch Fasern verbunden, und stellen das äussere compacte oder Rindengewebe dar. Jeder Knochen, dem die erdigen Materien durch Säuren entzogen werden, zeigt wieder die Eigenschaften eines Knorpels, soweit sie von der Mischung abhängen, jedoch unter Beibehaltung der organischen Form des Knochens.

§. 127.

Die aus Zell- oder Schleim-Stoff bestehenden, von einer geronnenen thierischen Materie und unorganischen Verbindungen durchdrungenen harten und festen Gebilde, die Knochen, in die sich feine, die Ernährung unterhaltende Blutgefässe verbreiten, zeigen bei den Thieren in ihrer Beschaffenheit, Gestaltung, Anordnung und Verbindung eine grosse Mannigfaltigkeit. In den Säugethieren, Vögeln, Amphibien und Fischen liegen die Knochen im Innern des Körpers, von den allgemeinen Bedeckungen durch die Muskeln getrennt. Am Kopfe der Fische, der Amphibien, und an den Brust- und Rücken-Schilden der Schildkröte jedoch sind sie an vielen Stellen unmittelbar von der Haut bedeckt. Die Knochen stellen zunächst als starre und feste Gebilde eine schützende Hülle für die Central-Masse des Nervensystems, das Gehirn und Rückenmark dar, und sie formen sich im Fötus als später erscheinende Gebilde nach diesen. Das Rückenmark ist von ringförmigen, und beweglich zusammengefügten Knochen, den Wirbeln umfasst, deren Anzahl

Digitized by Google

in einem gewissen Verhältniss mit der Zahl der aus dem Rückenmark entspringenden Nerven steht. Aeusserlich geben sie mittelst ihrer Fortsätze Insertions-Puncte für Muskeln ab. Andere Knochen, an denen zum Theil noch die Wirbelform zu erkennen ist, bilden durch Knorpelmasse in den Nähten und Fugen verbunden, den das Hirn mit den Ursprüngen der Nerven einschliessenden Schedel. Zahlreiche Knochen reihen sich an den Schedel an, und geben, in Höhlen zusammentretend, die Räume ab zur Aufnahme der Sinnes-Werkzeuge. Einige, beweglich zusammengefügt, bilden die Mundhöhle. An sie sind die, die Nahrungsmittel zertheilenden Zähne befestiget, so wie sich an dieselben auch Muskeln ansetzen, durch deren Contraction die Aufnahme, Verkleinerung und das Verschlucken der Nahrungsmittel zu Stande gebracht wird. An die Knochen des Stammes sind seitlich bei den Säugethieren, Vögeln und meisten Amphibien die bogenförmigen Rippen eingelenkt, deren vordere oder untere Enden, meistens besondere Knochen, die Brustbeine erreichen. Sie geben eine schützende Hülle für die Werkzeuge des Athmens, das Herz und die Verdauungswerkzeuge ab. Ihre Beweglichkeit bezieht sich auf das Athmen. Bei den Schildkröten stellen die breiten, durch Näthe verbundenen Rippen und die Brustbeine das Rücken- und Bauch-Schild dar. In den Fischen sind bogenförmige, beweglich, zusammengefügte, den Rippen ähnliche Knochen an den Schedel eingelenkt, und geben die Stützen für die Kiemen ab.

Die Knochen der Gliedmassen stellen verschieden geformte, in den Gelenken durch nachgiebige, aber doch feste Gebilde, die Bänder, zusammengefügte Hebel dar, welche durch die Zusammenziehung der an sie befestigten Muskeln, in mancherlei, nach der Form der Gelenkflächen mehr oder weniger ausgedehnten, Richtungen, bewegt werden können. Die bei den meisten Thieren mit der Wirbelsäule verbundnen Knochen der hintern Extremitäten treten zu einer Höhle, dem Becken, zusammen. Es beherbergt die Zeugungsorgane, den Harnbehälter und das Endstück des Nahrungsschlauchs.

§. 128.

Knochen kommen ferner in den Sinnesorganen mehrerer Thiere vor, wo sie Stütz- und Befestigungs-Punkte für

Digitized by Google

Muskeln abgeben, wie die Zungenbeine, der knöcherne Ring und die knöchernen Schalen im Auge der Vögel, mehrerer Amphibien und Fische und die Gehörknöchelchen. Ferner wird die Riechhaut durch Knochenblätter ausgebreitet erhalten. In dem Herzen mancher wiederkauenden Thiere zeigt sich ein Knochen, an den sich Muskelbündel befestigen. Bei manchen Thieren enthält die Ruthe und die Klitoris eine knöcherne Stütze. Endlich zeigen sich bei manchen Thieren auch Knochenlamellen in der Haut, wie bei den Gürtelthieren, den Krokodilen und mehrern Fischen, den Panzer- und Koffer-Fischen, den Stören u. a.

§. 129.

Knorpel überziehen theils als elastische Scheiben die Endflächen der in Gelenken beweglich zusammengefügten Knochen; theils verbinden sie, als Nahtknorpel die unbeweglich vereinten Knochen. Ferner tragen sie zur Bildung gewisser Höhlen bei, wie die Knorpel der Rippen, Brustbeine und Beckenknochen. Manche Knorpel endlich unterstützen und bestimmen die Formen weicher Organe, wie die Knorpel der Nase, des Ohrs, der Augenlieder, des Kehlkopfs und der Luftröhre.

§. 130.

Die Lebens-Aeusserungen der Knochen und Knorpel beschränken sich auf blosse Ernährungs- und Bildungs-Erscheinungen, durch die sie in ihrer Form und sonstigen zu ihrer Bestimmung nothwendigen Eigenschaften erhalten werden.

§. 131.

Den Knochen der Wirbelthiere sind der Mischung, dem Bau und der Bestimmung nach die kalkartigen Hüllen und Schalen der Mollusken und Krebse zu vergleichen, die entweder mit den allgemeinen Bedeckungen verschmolzen sind, oder doch zwischen diesen und der Oberhaut angelagert sind, und an die sich die meisten Muskeln befestigen. Die in der Gestalt, der Zahl der Stücke, der Grösse und Verbindungsart mit dem Körper so viele Verschiedenheiten zeigenden Schalen der Mollusken bestehen nach Hatchett [1]

Digitized by Google

aus blätterförmigen, häutigen, dem geronnenen Eyweissstoff ähnlichen Lagen, in die erdige Materien, vorzüglich kohlensaurer, zuweilen auch etwas phosphorsaurer Kalk abgesetzt sind. Die ein äusseres gegliedertes Gerippe darstellenden Krusten der Krebse sind zufolge Hatchett's, John's, Mérat-Guillot's und Chevreul's Untersuchungen aus einer thierischen, dem Eyweissstoffe gleichen Substanz, vielem kohlensauren, und etwas phosphorsauren Kalk, einer Spur phosphorsaurer Bittererde und salzsaurem Natron zusammengesetzt. Bei den Insekten vertreten die hornartigen Bedeckungen die Stelle der Knochen, an die sich die Muskeln befestigen. Sie bestehen aus einem vertrockneten geronnenen Eyweissstoff, einigen Spuren von Salzen und einer neuerlichst von Odier entdeckten besonderen Materie, dem Chitin. Den Knochen ähnlich sind ferner die gegliederten und beweglich verbundnen, wirbelartigen Theile der Seesterne, und die in Nähten zusammengefügten Schalenstücke der Seeigel, die eine thierische Materie, viel kohlensauren und etwas phosphorsauren Kalk enthalten. Endlich können auch die Corallen hierher gezählt werden, die bald für die weiche, gallertartige Masse einer Vereinigung von mehreren Polypen eine feste Stütze, als Korallenstock, bilden, wie bei den Gorgonien, Sertularien und Isis-Arten; oder in ihren Zellen und Räumen die Polypen schützend beherbergen, wie bei den Madreporen, Tubiporen u. a. Auch die Corallen, die hornartig oder erdig sind, bestehen aus einer geronnenen thierischen, dem Eyweissstoff ähnlichen Substanz und aus kohlensaurer Kalkerde in verschiedener Menge.

§. 132.

Sehnige oder fibröse Gebilde kommen in mancherlei Formen und in verschiedener Anordnung Vorzugs-Weise in den Thieren der vier obern Klassen, den Wirbelthieren, vor. Das ihnen zum Grunde liegende Gewebe stellt silberweiss glänzende, harte, feste, zähe und biegsame Faden dar, die aus einem sehr verdichteten und von geronnenem Eyweiss durchdrungenen Zellstoff zu bestehen scheinen. Durch längere Erweichung im Wasser lösen sie sich in eine flockige, dem Zellstoff ähnliche Substanz auf. Durch Kochen werden sie gleich den Knorpeln in Gallerte verwandelt.

Digitized by Google

Das fibröse Gewebe ist eines Theils in Häuten ausgebreitet und adhärirt an der äusseren Fläche der Knochen und Knorpel, als Bein- und Knorpel-Haut. Fibröse Häute schliessen ferner, als Aponeurosen, Muskeln ein, die sie in ihren respectiven, für die Ausübung der Bewegungen nothwendigen Lagen erhalten. Fibröse Gebilde, in mancherlei Form, verbinden die Knochen an den Gelenken, als Gelenkbänder, oder füllen Räume zwischen Knochen, als Ausfüllungsbänder, aus. An den Ursprüngen oder den Enden der Muskeln kommen strick- oder strangförmige fibröse Gebilde, die Sehnen, vor, durch welche die Knochen bei der Zusammenziehung der Muskeln, angezogen werden. Endlich hat die Natur fibröse Gebilde, unter häutiger Form, als Hüllen und Schutzmittel für zarte und weiche Gebilde verwendet. Es gehören dahin die fibröse Haut des Hirns und Rückenmarks, die Sehnenhaut des Auges, die fibröse Haut, welche die Gefässnetze der Ruthe und der Klitoris in sich einschliesst, die Sehnenhaut der Milz mit ihren netzartigen Verflechtungen, und die weisse Haut des Hodens. Sehnen- und Knorpel-Gewebe verflochten stellt die, an verschiedenen Orten vorkommende Band- oder Faser-Knorpel dar. Die fibrösen Gebilde erhalten meistens nur wenige, ihrer Ernährung vorstehende Gefässe. Ihr Leben äussert sich bloss durch Ernährung und Erhaltung in ihrer eigenthümlichen Form und Mischung, und den davon abhängigen Eigenschaften.

Den fibrösen Gebilden der Wirbelthiere zu vergleichen sind bei den Mollusken die bandartigen Massen, welche die Schalenstücke im sogenannten Schloss zusammenhalten. Die bei den Krebsen und Insekten vorkommenden, mit den Muskeln in Verbindung stehenden Theile sind zwar ebenfalls hart und weissglänzend, aber sie sind nicht eigentlich faserig.

§. 133.

Das Horn-Gewebe endlich gibt die Grundlage für Gebilde ab, welche theils auf der äusseren Fläche oder auf der Haut der Thiere vorkommen, theils auf Stellen der Schleimhaut der Verdauungs- und Generations-Werkzeuge sich zeigen. Es erscheint als eine ganz gleichförmige, durchscheinende, mehr oder weniger feste und verschieden ge-

Digitized by Google

färbte Substanz, ohne Gefässe und Nerven. Auf den allgemeinen Bedeckungen aller Wirbelthiere bildet es eine verschieden dicke, oft aus mehreren Lamellen bestehende Schichte, die Oberhaut *(Epidermis s. cuticula)*, welche die äusserste Abgränzung des Thierkörpers darstellt. Bei den in der Luft lebenden Thieren ist die Oberhaut trocken, hornähnlich und an den der Reibung ausgesetzten Flächen, wie an der Fusssohle, Hohlhandfläche, der Beugefläche der Wickelschwänze, Gesässschwielen u. s. w. verdickt. Bei den im Wasser sich aufhaltenden Thieren, den Cetaceen, Fröschen, Tritonen und Fischen ist sie weich, fast schleimartig. Eine wahre Oberhaut zeigt sich ferner auf den kalkartigen Schalen und hornartigen Krusten der Krebse, Insekten, Mollusken und Echinodermen, so wie auf der nackten Haut der Schnecken und Würmer. Nur auf den weichen, gallertartigen Thieren lässt sie sich nicht deutlich unterscheiden. Das Horngewebe bildet ferner die Grundlage der mancherlei Bedeckungen der Thiere, der Haare, Borsten, Stacheln, Schuppen, Federn, Schilde, Nägel, Hufe, des Ueberzugs der Hörner und Schnäbel.

Auf der Schleimhaut des Nahrungsschlauchs zeigt sich gleichfalls an vielen Stellen ein ähnlicher Ueberzug *(Epitelium)*. Auf der Zunge stellt es nicht selten wahre Stacheln, Spitzen und Schuppen dar. Es bildet einen deutlichen Ueberzug auf der inneren Fläche der Speiseröhre, so wie des Panzens bei den Wiederkauern, des Magens des Pangolins, des Muskelmagens der meisten Vögel, und des Magens mancher Krebse, Insekten u. s. w.

Auf der Schleimhaut der Geschlechtstheile, namentlich der Ruthe, erscheint das Horngewebe bei manchen in Form von Stacheln oder Schuppen, wie bei den Katzenarten, mehrern Nagethieren, den Schlangen u. a.

§. 134.

Aus jenen allgemein verbreiteten, fast in allen Thieren, mit Ausnahme der einfachsten, vorkommenden und den auf gewisse Classen beschränkten Geweben, in verschiedener Anzahl und höchst mannigfaltiger Verbindung und Anordnung, sind die Theile zusammengesetzt, auf die man zunächst bei der Zergliederung eines Thieres stösst und die man

Digitized by Google

Werkzeuge *(Organa)* für die Ausübung gewisser Verrichtungen nennt. Es gehören dahin der Darmkanal, die Leber, die Speicheldrüsen, das Herz, die Lungen, Kiemen, Nieren, Hoden, Eyerstöcke, das Hirn, die Zunge, die Augen, die Muskeln, Knochen u. s. w. Keins dieser Organe besteht aus einem jener Gewebe allein, sondern immer aus einer Vereinigung mehrerer. Zu den in die Zusammensetzung fast aller Organe, mehr oder weniger reichlich, eingehenden Geweben, gehören der Zellstoff, die Gefässe und Nerven, die durch den ganzen thierischen Körper in Continuität stehen. Zu den Geweben, welche nebst jenen zur Bildung nur gewisser Organe beitragen, ist das Gewebe der Muskeln, das fibröse, knorpelige und Knochen-Gewebe zu zählen. Alle diese Gewebe stehen nicht durch den ganzen Körper im Zusammenhang, sondern kommen mehr isolirt vor, oder sind auf gewisse Organe beschränkt. Die aus der Verbindung verschiedener Gewebe zusammengesetzten Organe zeigen hinsichtlich der Zusammensetzung mancherlei Grade oder Abstufungen. Zu den sehr combinirten Organen gehören der Darmkanal, die Lungen, die Drüsen, die Sinnesorgane, das Hirn, die Zeugungstheile u. a., kurz die sogenannten Eingeweide *(Viscera)*. Weniger zusammengesetzt sind die Muskeln, Knochen, Knorpel, Bänder und die verschiedenen Häute.

§. 135.

Die Organe treten in den Thieren zu grösseren Gruppen zusammen, oder sie sind zu grösseren Abtheilungen verbunden, welche im Leben durch ihre vereinte Thätigkeit eine Haupt-Verrichtung zu Stande bringen. Man kann ihnen den Namen der Apparate beilegen. So unterscheidet man den Apparat für die Verdauung, das Athmen, die Blutbewegung, das Empfinden, die Ortsbewegung, das Zeugen u. s. w. Alle höheren oder vollkommneren Thiere bestehen aus einer Sammlung verschiedenartiger, durch die im Körper allgemein verbreiteten Gebilde, die Nerven und Gefässe, verketteter Apparate, deren Zahl und Zusammensetzung um so grösser ist, je mannigfaltiger die Thätigkeits- oder Lebens-Aeusserungen sind, die wir an ihnen wahrnehmen.

Digitized by Google

Beachten wir die durch die Apparate ausgeübten Verrichtungen, so nehmen wir wahr, dass sie sich wie bei den Gewächsen theils auf die Erhaltung der Einzelwesen, theils auf den Fortbestand der Gattungen beziehen. Zu jenen gehören die Verrichtungen des Verdauens oder Assimilirens der rohen Nahrungsmittel in dem Darmkanal, die Einsaugung, das Athmen, der Kreislauf des Bluts, die Ernährung und die Absonderung. Zu den die Gattung erhaltenden Verrichtungen gehören die der Zeugungs-Apparate. Ausser diesen Verrichtungen kommen ferner in den Thieren noch solche vor, welche in der Ausübung von Thätigkeits-Aeusserungen bestehen, die den Gewächsen gänzlich abgehen, nämlich der psychischen oder Seelen-Aeusserungen. Der dieselben vermittelnde Apparat ist das Nervensystem. An der Peripherie des Nerven-Apparats sind Organe oder kleinere Apparate angelagert, die Sinnes-Werkzeuge, welche den Einwirkungen der Aussenwelt blossgelegt, verschiedenartige Aufregungen in dem Nervensysteme zu bewirken im Stande sind. Ferner stehen die Nerven in vielfacher Verbindung mit den, an die Haut, oder an gegliederte und beweglich zusammengefügte horn- oder erdartige Stücke befestigten Muskeln, die in Vereinigung mit denselben den Bewegungs-Apparat bilden. Durch die im Nervensysteme erzeugten Reizungen vermag das Thier mancherlei Bewegungen hervorzubringen, wodurch es auf die Aussenwelt selbstthätig zurückwirkt, und diese seinen Trieben, Gefühlen, Bedürfnissen und Vorstellungen gemäss adaptirt, und sich die äusseren Bedingungen verschafft, die zur Fortdauer seines Lebens im Einzelwesen so wie in der Gattung nothwendig sind. Nachtheiligen äusseren Einwirkungen kann sich das Thier ferner durch Bewegungen entziehen oder gegen dieselben ankämpfen.

§. 136.

Die Thiere sind also organische Körper eigener Art, denen eigenthümliche Gewebe zum Grunde liegen, die zahlreicher und mannigfaltiger als in den Gewächsen sind. Dieselben stellen verschiedenartige Organe und Apparate dar, während in den Pflanzen das Hervortreten von Organen und Apparaten weniger bemerkbar ist. Gleichzeitig

Digitized by Google

mit der grösseren Zusammensetzung und Mannigfaltigkeit in der Organisation nehmen wir an den Thieren auch eine grössere Summe von verschiedenartigen Thätigkeits-Aeusserungen als an den Pflanzen wahr. Die Lebens-Erscheinungen der Thiere bestehen nicht wie bei den Gewächsen in blossen Ernährungs-, Zeugungs- und Bildungs-Verrichtungen, sondern es kommen ausser diesen noch Kraft-Aeusserungen eigener Art vor, die des Empfindens, Vorstellens und willkührlichen Bewegens, welche wir unter dem gemeinsamen Namen der animalischen Lebens-Aeusserungen zusammenfassen.

Ausser diesen Verschiedenheiten zwischen Thieren und Pflanzen sind noch einige andere bemerkbar, auf die wir in der Kürze aufmerksam machen wollen.

§. 137.

In der Organisation der Thiere äussert sich das Bestreben eine grosse Menge verschiedenartiger Theile in einfacher, oder unter ganz gleicher Form höchstens in gedoppelter Anzahl zu bilden; also die grösste Menge von Organen mit der grössten Mannigfaltigkeit der Bildung zu verbinden, wie I. F. Meckel[1] dargethan hat. Zu den einfach vorhandenen Organen gehören das Gehirn und Rückenmark, das Herz, der Darmkanal, die in der Mittellinie oder der Achse des Körpers gelagerten Knochen, namentlich die der Grundfläche des Schedels, so wie die Wirbel- und die Brustbeine, desgleichen die wenigen unpaaren Schliess-Muskeln und das Zwerchfell. Wenn gleich die Knochen der Wirbelsäule oft in sehr grosser Anzahl vorkommen, so ist doch meistens jeder bei den zusammengesetzteren Thieren in seiner Form so charakterisirt, dass er als nur einmal vorhanden betrachtet werden muss. Zu den paarig oder gedoppelt vorkommenden Theilen gehören die meisten Sinnesorgane, die Kiefer, Zähne, Speicheldrüsen, Lungen und Kiemen, Nieren, Hoden und Eyerstöcke, ferner die seitlichen Knochen des Kopfs und Stammes, so wie die Knochen der Gliedmassen, und endlich bei weitem die meisten Muskeln, die in gleicher Form nur zweimal zugegen sind, jedoch wieder mit dem deutlichen Unterschied, dass die rechte und linke Seite des Körpers, zu denen sie gehören, an ihnen zu erkennen ist.

Digitized by Google

Nur die Haare, Federn und Schuppen sind Theile, welche in derselben Form in grosser Anzahl vorhanden sind. Auch bei den einfacher gebildeten Thieren, besonders den Strahlthieren, wiederholen sich äussere und innere Theile oft in gleicher Form mehrmals.

Bei den Gewächsen dagegen sehen wir das Bestreben vorherrschen, gleichförmig gebildete Theile in grosser Anzahl, oft hundert- und tausendfältig hervorzubringen, wie dies namentlich mit den Wurzelfasern, Blättern und Blüthen der Fall ist.

1) System der vergleichenden Anatomie B. 1. S. 18.

§. 138.

Pflanzen und Thiere verhalten sich in Betreff der Anordnung und Lagerung der Organe auf eine entgegengesetzte Weise. Bei den Gewächsen sind alle eigentliche, abgegränzte und als besondere Organe erkennbare Theile, die Wurzeln, Blätter und Blüthen mit dem Kelch, den Staubfaden und dem Griffel äusserlich angelagert; während in ihrem Innern keine einzelne, deutlich abgegränzte Organe vorhanden sind, wie G. R. Treviranus [1] gezeigt hat. Bei den Thieren dagegen sind alle wichtige, zur Erhaltung des Individuums und der Art nothwendige, so wie die thierische Thätigkeits-Aeusserungen ausübenden Werkzeuge in ihr Inneres zurückgedrängt. Die Organe der Verdauung, bei der grösseren Anzahl auch die Athmungs-Werkzeuge, so wie das Herz, die verschiedenen Absonderungs-Organe, das Nervensystem, die Muskeln und die die Zeugungs-Flüssigkeiten bereitenden Werkzeuge, befinden sich im Innern des Körpers, meist in besonderen Höhlen eingeschlossen und von eigenen häutigen Hüllen umgeben. Nur die zur unmittelbaren Erhaltung des Körpers weniger wichtigen Organe, die Sinnes-Werkzeuge, oft auch die Organe der Begattung, und die mancherlei mit den allgemeinen Bedeckungen in Verbindung stehenden Gebilde, die Haare, Federn, Schuppen, Nägel und hornartigen Theile sind äusserlich angelagert.

In der Bildung der Gewächse äussert sich also das Bestreben zu äusserer Entfaltung und peripherischer Ausbreitung der Organisation, wie schon Aristoteles bemerkt

Digitized by Google

hat. In der Bildung der Thiere aber waltet das Bestreben vor, die Theile in das Innere hineinzudrängen, und die Organe innerlich zu concentriren. Man hat daher die Pflanzen umgekehrte oder nach aussen umgestülpte Thiere, oder diese nach innen gewendete oder eingestülpte Gewächse genannt.

1) Physiologie B. 1. S. 169.

§. 139.

Mit jenem in der Anlagerung und Anordnung der Theile zwischen den Thieren und Pflanzen obwaltenden Gegensatze steht bei jenen das Vorkommen von Central-Organen, wie sie Bichat zuerst genannt hat, in Verbindung, welche den Gewächsen gänzlich abgehen. In allen zusammengesetzten Thieren, und zwar um so bemerkbarer, je mehr ihre Organisation combinirt ist, erscheinen im Innern des Körpers und zwar in der Mittellinie oder Achse des Thiers gelagerte, meist nur einfach vorhandene Organe, von denen ausstrahlende Gebilde ihren Ursprung nehmen, und sich peripherisch durch den ganzen Körper verbreiten. Zu diesen Centralorganen gehören das Gehirn und Rückenmark, und die Anhäufungen von Nerven-Substanz, welche man Nervenknoten nennt, so wie der hohle, mit den Blut-Gefässstämmen in Verbindung stehende Muskel, das Herz. Von dem Hirn- und Rückenmarke, so wie von den Nervenknoten aus verbreiten sich die Nerven strahlig, gehen in die Zusammensetzung aller Organe ein, und verketten diese mit den Centralorganen. Die mit den Höhlen des Herzens in Verbindung stehenden, und den Ernährungs- oder Bildungs-Saft, das Blut, enthaltenden Gefässstämme, vertheilen sich baumartig in Aeste, Zweige und Reiser, und lösen sich mit ihren feinsten Verzweigungen peripherisch in die verschiedenen Organe auf.

Die Centralorgane mittelst ihrer ausstrahlenden Gebilde, den Nerven und Blutgefässen, mit allen Organen des Thiers in Verbindung stehend, wirken im Leben auf die Theile und bringen sie zur inneren Verkettung und Wechsel-Wirkung. Je mehr in den Thieren die Lebens-Aeusserungen an Mannigfaltigkeit und Intensität zunehmen, um so mehr zeigt sich eine Abhängigkeit der Thätigkeits-Aeusserungen

Digitized by Google

der peripherisch gelagerten Organe und Apparate von denen der Centralorgane.

In den Gewächsen gibt es keine Central-Organe, von denen aus Gebilde sich durch den ganzen Körper verbreiten, und wodurch die verschiedenen Theile desselben innigst verbunden sind, wie dies auch Schulz [1] neuerlichst gezeigt hat. Daher kommt es, dass die verschiedenen Theile eines Gewächses nicht in dem Grade mit einander verkettet und in ihren Thätigkeits-Aeusserungen so von einander abhängig sind, als die Organe und Apparate der Thiere. In den Pflanzen sind keine Mittelpunkte, keine organischen Centra, vorhanden, von denen aus ein belebender Einfluss auf die peripherischen Theile statt hat, wie dies in den Thieren, mit dem Hirne und Herzen der Fall ist.

1) Die Natur der lebendigen Pflanze. B. 1. S. 98.

§. 140.

Bei der grössten Anzahl von Thieren, namentlich allen zusammengesetzteren, den Säugethieren, Vögeln, Amphibien, Fischen, Krebsen, Insekten, Arachniden und Würmern, zeigt sich eine, durch den inneren Bau, namentlich die eigentlichen thierischen Apparate, durchgreifende symmetrische Anordnung, in der Art, dass sie aus zwei gleichen Hälften gebildet sind, oder sich in jeder Körper-Hälfte wiederholen. Besonders bemerkbar ist dies am Hirn und Rückenmark, die aus zwei gleichen, in der Mittellinie verschmolzenen Hälften bestehen. Dies selbst bei den Schollen, nach Autenrieth's [1] Untersuchung, an denen die äussere Symmetrie zum Theil aufgehoben ist. Alle Nerven und die Sinnes-Werkzeuge, so wie die Bewegungs-Organe, das Gerippe und die Muskeln, bieten ebenfalls eine symmetrische Bildung dar. Diese ist auch an mehreren auf die Ernährung und Zeugung sich beziehenden Organen, an den Kau-Werkzeugen, den Speicheldrüsen, meist auch an den Athmungs-Organen und an dem Herzen, den Nieren und Geschlechts-Organen bemerkbar. Selbst der Darmkanal, in der Lagerung meist unsymmetrisch, zeigt sich aus zwei gleichen Hälften zusammengesetzt. Diese innere Symmetrie scheint vorzüglich in der Beschaffenheit, namentlich in der Bildungs- und Entwickelungsweise des Nervensystems begründet zu seyn;

Digitized by Google

wenigstens erscheint dieser am meisten symmetrisch angeordnete Apparat im Fötus zu allererst. Mit der symmetrischen Anordnung und Bildung des Nervensystems steht die der übrigen Apparate im genauen Zusammenhang, und in dieser scheint auch die Ursache der äusserlich bemerkbaren Symmetrie zu liegen. In den Thieren, deren äussere Gestaltung strahlenförmig ist, zeigen das Nervensystem und die innern Theile eine strahlenförmige Anordnung.

An den Gewächsen, denen ein symmetrisch gebildetes Central-Organ abgeht, nehmen wir weder im Inneren noch äusserlich eine durch ihre Organisation durchgreifende Zusammensetzung aus zwei gleichen Hälften wahr.

1) Wiedemann's Archiv für Zoologie und Zootomie. B. 1. S. 4.

§. 141.

Der nur den lebenden Körpern zukommende Charakter der Individualität ist bei den Thieren bemerkbarer als bei den Gewächsen. Je mehr der Bau der Thiere zusammengesetzt erscheint, je zahlreicher und verschiedenartiger ihre Organe und Apparate sind, je bestimmter und ausgebildeter Central-Organe, das Herz und Hirn, hervortreten, um so weniger können sie Theile mit Fortbestehen des Lebens verlieren, und um so mehr passt der von Kant aufgestellte Begriff, dass die organischen Körper Wesen sind, deren Theile sich zu einander wie Ursache und Wirkung, wie Mittel und Zweck verhalten. Je gleichförmiger und einfacher dagegen ihr Bau ist, und je weniger deutlich Central-Organe sichtbar sind, um so mehr ist bei den Thieren Theilbarkeit mit Fortdauer des Lebens möglich, wie dies bei mehreren Ringwürmern, Eingeweidewürmern, Strahlthieren und Polypen der Fall ist.

Die Gewächse, denen Central-Organe abgehen, deren verschiedene Theile und Gebilde sich im Bau ähnlicher sind, die in keiner so genauen Wechsel-Wirkung stehen und nicht in dem Grade zur organischen Einheit verkettet sind wie in den Thieren, erscheinen weniger als in sich abgeschlossene Einzelwesen. Die mehrjährigen Gewächse, die Bäume und Sträucher, sind der grösseren Zahl nach theilbar und die einzelnen Stücke können sich zu neuen Gewächsen ausbilden, wie die Vermehrung durch Stecklinge und das Entstehen

Digitized by Google

mancher Gewächse selbst aus einzelnen Blättern [1] beweist. Bei den Pflanzen gehen die Theile in ihrer Gestalt und in ihren Verrichtungen leicht in einander über und können sich ersetzen [2], sie treten also nicht in dem Grade als besondere Gebilde hervor wie in den Thieren. Die Gewächse, namentlich die perennirenden, sind daher, wie Darwin [3], Du Petit Thouars und de Candolle [4] dargethan haben, mehr als eine Vereinigung, ein Aggregat von Individuen, denn als eigentliche Einzelwesen zu betrachten. Beim Pfropfen und Inoculiren lassen sich selbst verschiedenartige Individuen auf einem Stamme vereinigen.

1) Zahlreiche Beispiele von dem Bilden der Gewächse aus Blättern finden sich in folgenden Schriften:

Augustin Mandirola *Manuale de gardinieri. Vicenza* 1652. 12.

G. A. Agricola Versuch einer allgemeinen Vermehrung aller Bäume, Stauden und Blumengewächse. Regensburg 1716. fol.

Thuemmig *De arboribus ex folio educatis. Hal.* 1721.

Wildenow Grundriss der Gewächskunde S. 487.

Thouin *(Annal. du Museum d'hist. natur. T.* 12. *p.* 226. *T.* 14. *p.* 101.) erzog junge Pflanzen selbst aus den einjährigen Blättern des *Cactus opuntia.*

Schweigger (Naturgeschichte der skelettlosen Thiere S. 52.) erhielt zehn junge Pflanzen aus einem einzigen Blatt der *Verrea crenata.*

Hedwig (Sammlung zerstreuter Abhandlungen Th. 2. S. 125.) und Brandis (Versuche über die Lebenskraft S. 105.) sahen aus den abgeschnittenen Blättern der *Fritillaria regia* Zwiebeln hervorwachsen.

2) Bäume umgekehrt in die Erde gesteckt treiben Blätter an den Wurzeln, während aus den Aesten Wurzeln hervorwachsen, wie sich aus Agricola's, Magnol's, Hales, Du Hamel's *(Physique des arbres T.* 2.*)* u. a. Versuchen ergab.

3) Phytonomia London 1800. 4. Vol. 1. sah die Knospen und die aus denselben sich bildenden Zweige als Individuen an.

4) *Organographie végétale Paris* 1827. *T.* 2. *p.* 238. *Nous considérons comme un individu tout germe développé, savoir: 1) tantôt une graine, en supposant que, comme cela a lieu dans quelques plantes annuelles, elle produit une tige sans ramifications; 2) tantôt une branche considerée comme un germe quelconque développé. Ainsi, dans ce sens, un arbre est un aggrégat de l'individu primitif provenu de la graine et de tous les individus provenus de germes non fécondés, et qui se sont développés les uns sur les autres, et ont formé les prolongemens ou les ramifications de l'individu primitif.*

Digitized by Google

§. 142.

Eine auffallende Verschiedenheit zwischen Thieren und Gewächsen, worauf Hedwig[1] zuerst aufmerksam gemacht hat, nehmen wir ferner hinsichtlich des Geschlechts-Charakters wahr. Bei allen mit eigentlichen Zeugungs-Organen ausgerüsteten Thieren ist der Charakter des Geschlechtes bleibend, während er bei den Gewächsen bloss vorübergehend und auf eine kurze Zeit ihres Daseyns beschränkt erscheint. Die Zeugungs-Organe der Thiere werden der Regel nach nicht durch ihre Verrichtung zerstört, und sind bei Thieren, deren Lebensdauer im ausgebildeten Zustand sich über ein Jahr erstreckt, eines mehrmaligen Gebrauchs fähig. Alle Gewächse dagegen, die einjährigen sowohl als die mehrjährigen, sind nur für kurze Zeit mit Geschlechts-Organen versehen. Diese werden durch ihre Verrichtung zerstört, und die Pflanzen kehren in einen geschlechtslosen Zustand zurück, wie er bei den Thieren nur in der frühesten Zeit des Embryo-Zustandes vorkommt. Alljährig treiben die perennirenden Gewächse neue Blüthen und stellen nur dann den vollständigen Charakter der Art *(Species)* dar.

1) Leipziger Magazin zur Naturkunde u. s. w. herausgeg. von Leske und Hindenburg. 1784. St. 2. S. 215.

§. 143.

Die Organe, welche den männlichen und weiblichen Zeugungsstoff bereiten, sind bei der grössten Anzahl von Thieren, und zwar bei allen zusammengesetzteren oder höheren, den Säugethieren, Vögeln, Amphibien, und Fischen[1] Krebsen, Spinnen, Insekten, den meisten Mollusken, namentlich den Cephalopoden, den Spulwürmern *(Ascaris)* unter den Eingeweidewürmern u. s. w. an verschiedene Individuen vertheilt, und die Art *(species)* wird durch Wesen, mit verschiedenen Geschlechts-Organen versehen, dargestellt. Bei wenigen niederen Thieren kommen beiderlei Zeugungs-Organe in einem Individuum zugleich vor, oder sie sind Hermaphroditen. Dies ist unter den Mollusken bei Gasteropoden, den Geschlechtern Helix, Limax u. a. der Fall, ferner nach Ev. Home's[2] Untersuchungen bei den Lepaden. Beiderlei Geschlechts-Werkzeuge finden sich auch in der Klasse der Ringwürmer bei den Blutegeln *(Hirudo)* und den

Digitized by Google

Erdwürmern *(Lumbricus)*; und ferner unter den Eingeweidewürmern bei den Bandwürmern *(Taenia)*. Obgleich hier jedes Individuum die Gattung repräsentirt, so sind die Geschlechts-Organe dieser Thiere doch nur bei wenigen im Stande sich zu befruchten; meistens bedarf es der gegenseitigen Einwirkung der Geschlechts-Theile zweier Individuen, einer wechselseitigen Begattung, um das Zeugungsgeschäft zu vollziehen, wie dies bei den obigen Gasteropoden und den eben genannten Ringwürmern der Fall ist.

Bei der grössten Anzahl von Gewächsen dagegen finden sich männliche und weibliche Zeugungstheile in einer Blüthe vereint, sie sind Hermaphroditen; oder die Geschlechts-Organe kommen doch, obgleich in verschiedenen Blüthen, auf einer Pflanze vor *(Monoecia)*, wie unter den Monokotyledonen bei Gewächsen der Familie der Aroideen *(Arum, Calladium)*, Typhoideen *(Typha, Sparganium)*, Cyperoideen *(Carex, Scleria)*, Palmen *(Areca, Cocos, Caryota)*, Gramineen *(Zea, Coix)*; unter den Dikotyledonen bei Pflanzen der Familie der Coniferen *(Pinus, Casuarina, Thuya, Cupressus)*, Myrificeen *(Hernandia)*, Urticeen *(Urtica)*, Euphorbieen *(Croton, Jatropha, Ricinus, Buxus)*, Amentaceen *(Fagus, Carpinus, Betula, Quercus, Corylus, Juglans)* u. a. Vertheilung der beiderlei Geschlechtstheile an verschiedene Gewächse einer Art *(Divecia)* zeigt sich unter den Monokotyledonen bei Pflanzen der Familie der Pandaneen *(Pandanus)*, der Palmen *(Phoenix)*, Asparageen *(Smilax, Dioscorea, Ruscus)*, und unter den Dikotyledonen bei Gewächsen der Familie der Coniferen *(Juniperus, Araucaria)*, Myristiceen *(Myristica)*, Urticeen *(Camabis, Humulus)*, Amentaceen *(Salix, Populus, Broussonetia, Myrica)*, Euphorbieen *(Mercurialis)*, Chenopodieen *(Atriplex)*, Terebinthaceen *(Pistacia)* u. a.

Bei den Gewächsen stellen also die einzelnen Gewächse, indem sie beiderlei Zeugungsorgane haben, ungleich häufiger die Art *(species)* dar, als bei den Thieren, und zwar zugleich eine Vereinigung mehrerer Individuen, indem sich oft eine sehr grosse Anzahl von Blüthen vorfindet, während bei den Thieren die Zahl der Hoden und Eyerstöcke in einem Individuum nicht die von zweien übersteigt. Nach G. R. Treviranus [3] sind die Vereinigung der männlichen

Digitized by Google

und weiblichen Geschlechtstheile in einer Blume und eine grosse und unbestimmte Anzahl dieser Organe Charaktere des Maximum, das Gegentheil Kennzeichen des Minimum der vegetabilischen Organisation. In dem Thierreiche dagegen ist Vertheilung der Zeugungsorgane an verschiedene Individuen Beweis einer grössern organischen Vollkommenheit oder einer zusammengesetztern Organisation.

1) Dass sich unter den Fischen wahre Hermaphroditen finden, oder Thiere bei denen in einem Individuum beiderlei Zeugungsorgane zugleich vorkommen, wie Cavolini (Erzeugung der Fische S. 82.) von einigen Arten von Perca, und neuerlich Ev. Home (*Philos. Transact.* 1825. *P.* 2. *p.* 267. 1823. *P.* 1. *p.* 120.) von den Lampreten, Myxinen und von den Aalen, behauptet haben, ist noch nicht sattsam erwiesen.

Jakopi (*Elementa de fisiologia e natomia comparata P.* 3. *p.* 128.) hat es an den Bärschen bezweifelt.

Bojanus will ein männliches Neunauge gefunden haben.

2) *Philosophical Transact. for the Year.* 1823. *P.* 1. *p.* 140.

3) Biologie B. 1. S. 432.

§. 144.

Bei den meisten Thieren, welche mit verschiedenartigen Zeugungsorganen ausgerüstet sind, beschränkt sich der Geschlechts-Unterschied zwischen Mann und Weib nicht allein auf die Geschlechtstheile, sondern er ist auch noch auf andere Theile ausgedehnt, die mit den Zeugungs-Verrichtungen in keiner nähern oder unmittelbaren Beziehung stehen. Man nimmt an männlichen und weiblichen Thieren eine Verschiedenheit in der Bildung des Körpers, hinsichtlich der Grösse, des Vorkommens besonderer Organe und der grösseren Ausbildung mancher Organe, so wie ferner eine Verschiedenheit der Lebens-Aeusserungen wahr; wie dies J. F. Meckel [1] ausführlich bei den verschiedenen Thier-Klassen dargethan hat. Bei den Pflanzen mit getrennten Geschlechtern dagegen ist ein solcher Unterschied entweder gar nicht oder doch nur in geringerem Grade bemerkbar. So sollen an einem Strauche in Cochinchina, *Pselium heterophyllum Lour.*, die männlichen Pflanzen herzförmige, runde, abgestumpfte Blätter haben, während die der weiblichen Pflanzen eyförmig und zugespitzt sind. H. F. Authenrieth [2] will ferner bemerkt haben, dass die weiblichen Pflanzen im Ganzen mehr Aeste und Blätter

Digitized by Google

haben als die männlichen, und dass die Blätter der ersteren zugleich breiter seien als die der letzteren. Auch seien die Samen, woraus sich weibliche Gewächse bilden mehr rundlich und etwas leichter als die, woraus männliche entstehen. Diese Verschiedenheiten sind indess keineswegs immer bemerkbar.

1) System der vergleichenden Anatomie B. 1. S. 229.

2) *De discrimine sexuali jura in seminibus plantarum dioicarum apparente. Tubingae* 1821. 4.

§. 145.

Aus den über den Bau der Thiere und Gewächse angestellten Untersuchungen und Vergleichungen geht als Haupt-Ergebniss hervor: dass die Organisation der ersteren zusammengesetzter, ausgebildeter und eben daher vollkommener ist als die der letzteren. Die Zahl der Gewebe, Organe und Apparate für die Ausübung verschiedenartiger Lebens-Aeusserungen ist in den meisten Thieren offenbar grösser als in den Pflanzen. Ausser der grösseren Mannigfaltigkeit der Theile nehmen wir zugleich eine grössere Ausbildung und ein deutlicheres Hervortreten derselben wahr. Alle Theile stehen zu einander in einer innigeren Wechselwirkung, sind von einander abhängiger und mehr zur Einheit verkettet. Es herrscht ferner das Bestreben in der thierischen Organisation vor, die Art in verschiedene, mit besondern Zeugungsorganen versehene Individuen zu zerfällen. In den Gewächsen dagegen zeigt sich eine geringere Anzahl von Geweben und Gebilden, ein weniger bemerkbares Hervortreten verschiedener Organe, und dieselben stehen nicht in der genauen Wechselwirkung wie in den Thieren. Kurz die Individualität ist nicht in dem Grade hervorgehoben wie in diesen. Die Gewächse stellen mehr die Art und eine Vereinigung mehrerer Einzelwesen auf einem Stamme dar. Der geschlechtliche Charakter ist endlich mehr temporär, vorübergehend, während der längsten Zeit ihres Daseyns sind sie geschlechtslos.

Digitized by Google

Zweiter Abschnitt.

Vergleichung der Lebens- oder Kraft-Aeusserungen der Pflanzen und Thiere.

H. L. du Hamel de Monceau La physique des arbres. Paris 1758. 2 V. 4.

Van Marum Dissertatio qua disquiritur, quousque motus fluidorum et ceterae quaedam animalium plantarumque functiones consentiunt. Groningae 1773. 4.

Mustel Traité théorique et pratique sur la végétation. Rouen 1781. 8.

Ed. Fryar De vita animantium et vegetabilium. Lugd. Bat. 1785. 4.

Ch. Dumas Essai sur la vie, ou analyse raisonnée des facultés vitales. Montpellier 1785.

A. Comparetti Prodromo di fisica vegetabile. Padua 1791. 8.

C. F. Kielmeyer Ueber die Verhältnisse der organischen Kräfte unter einander in der Reihe der verschiedenen Organisationen, und die Gesetze und Folgen dieser Verhältnisse. Stuttgart 1793. 8. Tübingen 1814.

Fr. Al. von Humboldt Aphorismen aus der Physiologie der Pflanzen. A. d. Latein. übersetzt von Fischer, mit Zusätzen von Hedwig. Leipzig 1794. 8.

Brera Programma de vitae vegetabilis et animalis analogia. Ticini 1796. 4.

C. G. Rafn Entwurf einer Pflanzen-Physiologie. A. d. Dänischen übers. v. J. A. Markussen. Kopenhagen 1798.

J. Senebier Physiologie végétale. Geneve 1800. 5 V. 8.

E. Darwin Phytonomia. London 1800. 2 V. 4. Aus d. Engl. übers. von Hebenstreit. Leipzig 1801.

Carradori Sulla vitalita delle piante. Milano 1807. 8.

D. G. Kieser Aphorismen aus der Physiologie der Pflanzen. Goettingen 1808. 8.

L. C. Treviranus Beiträge zur Pflanzen-Physiologie. Göttingen 1811. 8.

P. Keith System of physiological botany. London 1816. 2 Vol. 8.

Digitized by Google

§. 146.

Untersuchen wir nun auf dem Wege der Analyse, Induction und Vergleichung die Thätigkeits-Aeusserungen der Thiere und Gewächse, welche ihr Leben ausmachen. Führen wir sie auf die einfachsten Erscheinungen zurück, und mittelen wir aus, in wie weit dieselben in den beiden Gruppen von lebenden Körpern sich ähnlich sind und worin sie Verschiedenheiten darbieten. Forschen wir ferner nach den Verhältnissen in denen sie zu einander stehen und nach den Ursachen worin sie begründet sind. Belegen wir dann das Bedingende der Thätigkeits-Aeusserungen mit dem Namen von Kräften, und zwar mit besonderen Kräften, wenn wir ihren Unterschied nicht aufzuheben oder sie nicht auf einander zurück zu führen im Stande sind. Und betrachten wir endlich die Wechselwirkung und das wechselseitige Bedingtseyn der Kräfte bei der Hervorbringung der Lebens-Erscheinungen.

§. 147.

Die Kraft-Aeusserungen der organischen Körper überhaupt, lassen sich zunächst in zwei grosse Abtheilungen bringen, in solche, welche sich auf das Einzelwesen beziehen, und in solche, welche die Erhaltung der Gattung bezwecken. Jene bewirken entweder die Erhaltung des Individuums in seiner Mischung, Gestaltung, Organisation und eigenthümlichen Wirksamkeit, oder sie bestehen in der Ausübung von Seelen-Aeusserungen. Zu ersteren gehören die Ernährungs-Verrichtungen, die Aufnahme von Nahrungsmitteln, die Einsaugung, die Verähnlichung, das Athmen, die Saft-Bewegung, die Ernährung, und die Absonderung. Ferner kann die Entwickelung von Imponderabilien, der Wärme, und unter gewissen Verhältnissen des Lichts und der Electricität, dahin gezählt werden. Zu den Seelen-Aeusserungen werden gerechnet: das Empfinden, Vorstellen und das Bewustseyn, so wie der Instinct, die Triebe und der Wille, und die durch diese erregten Bewegungen. Die auf die Erhaltung der Gattung sich beziehenden Verrichtungen sind die des Zeugens, der Hervorbringung, Bildung, Reifung und Ablösung der Frucht. Endlich können noch Lebens-Erscheinungen aufgeführt werden, die während des

Digitized by Google

Daseyns des organischen Einzelwesens in regelmässigen Zeiträumen eintreten, wie die Entwickelungs-Veränderungen, die Alters-Perioden, und die täglich und jährlich erfolgenden Veränderungen.

Das Vorkommen der Ernährungs- und Zeugungs-Verrichtungen, der Bewegungen, so wie der Entwickelungs-Erscheinungen, Alters-Perioden, und der täglich und jährlich erfolgenden Veränderungen der lebenden Körper können wir durch unsere Sinne wahrnehmen. Die animalen oder Seelen-Aeusserungen dagegen, die nur durch den inneren Sinn, die innere Wahrnehmung, zu unserm Bewustseyn gelangen, können, von anderen Körpern ausgeübt, niemals ein unmittelbarer Gegenstand der Beobachtung werden. Wir schliessen nur der Analogie nach auf ihr Vorhandenseyn in anderen Körpern, wenn wir an diesen gleiche oder ähnliche Werkzeuge bemerken, durch die wir dieselben vollziehen, oder wenn wir Handlungen wahrnehmen, von denen wir uns bewusst sind, dass wir sie durch die Thätigkeit der Seele ausüben, oder durch diese die Anregung dazu geben.

Vergleichen und beurtheilen wir die Thätigkeits-Aeusserungen der lebenden Körper nach jenem Maasstabe, so ergiebt sich: dass Pflanzen und Thiere die Ernährungs- und Zeugungs-Verrichtungen, so wie die Entwickelungs- und Alters-Perioden mit einander gemein haben; dass aber nach den Organen und Handlungen der organischen Körper zu schliessen, nur den Thieren, nicht aber den Gewächsen, Seelen-Aeusserungen zukommen.

§. 148.

Die Lebens-Erscheinungen und die sie bewirkenden Kräfte wollen wir nun im Einzelnen in verschiedenen Abtheilungen betrachten. Die erste Abtheilung begreift die auf die Ernährung sich beziehenden Thätigkeits-Aeusserungen in sich. Die zweite handelt von der Entwickelung der Imponderabilien, der Wärme, dem Lichte und der Electricität. In der dritten werden die Bewegungen betrachtet. Die vierte umfasst die Verrichtungen des Nervensystems und der Sinnesorgane. Die fünfte Abtheilung betrifft die Zeugungs-Verrichtungen. In der sechsten werden die Ent-

Digitized by Google

wickelungs- und Alters-Perioden berücksichtigt. Die siebente endlich unterwirft die organischen Kräfte und deren wechselseitige Abhängigkeit einer Untersuchung. Verschiedene periodische Veränderungen, wie die täglichen, das Wachen und der Schlaf, und die jährlichen, die Winter-Erstarrung, der Sommer-Schlaf, die Wanderungen der Thiere u. s. w. werden wir am füglichsten in dem folgenden Buche, welches von den Verhältnissen der lebenden Körper zu den äusseren Einflüssen oder von den äusseren Bedingungen des Lebens handelt, betrachten, indem sie von den periodischen Veränderungen der Tages- und Jahres-Zeiten abhängig sind. Auch gehört dorthin die Angabe der Veränderungen, welche das Reich der lebenden Körper überhaupt in Folge des Entwickelungsganges und der Revolutionen unseres Planeten erfahren hat.

Bei der Betrachtung der Thätigkeits-Aeusserungen der lebenden Körper werden wir uns der gedrängtesten Schilderung befleissigen, indem es hier unsere Absicht nur seyn kann, die Lebens-Erscheinungen und ihre Verhältnisse in den allgemeinsten Umrissen zur Kenntniss des jungen Arztes zu bringen.

Digitized by Google

Erste Abtheilung.

Ernährungs-Verrichtungen.

§. 149.

Die allgemeinste Eigenschaft der lebenden Körper, die allen Pflanzen und Thieren zukommt, ist, wie früher (§. 55.) dargethan wurde, die Selbst-Erhaltung für eine gewisse Zeit durch eigene Wirksamkeit, bei fortdauernden Veränderungen in ihrer Mischung und Organisation. Sie ziehen aus ihren Umgebungen Materien an, Nahrungsmittel und Bestandtheile der Luft, die sie in ihre Substanz verwandeln, und stossen dagegen Materien in dunst- oder tropfbar flüssiger Form aus. So lange als in den organischen Körpern ein Anziehen und Ausstossen von Materien statt findet, wobei sie sich in ihrer Gestaltung behaupten, nennen wir sie lebend. Hört aber dieser Austausch und Wechsel von Materien auf, so sind die organischen Körper leblos. In diesem Zustande wird das materielle Substrat, welches in ihre Zusammensetzung eingeht, nach den Gesetzen der chemischen Affinitäten unter der Einwirkung der äusseren Einflüsse zerstört, seine Bestandtheile werden aus der organischen Verbindung gerissen, und die Organisation zerfällt.

Die Thätigkeits-Aeusserungen, durch welche die Einzelwesen sich erhalten, nennen wir Vorgänge des Ernährens oder Nutritions-Verrichtungen. Es gehören dahin die Einsaugung und Aufnahme von Nahrungsmitteln, das Athmen, die Assimilation, die Saftbewegung, der Uebergang von Bestandtheilen der Säfte in die festen Theile, und die Absonderung. Diese Vorgänge wollen wir zunächst einzeln für sich bei Pflanzen und Thieren betrachten, und ihre Aehnlichkeiten und Verschiedenheiten hervorheben.

Digitized by Google

Erstes Kapitel.

Von den Nahrungsmitteln.

§. 150.

Organische Materien sind es vorzugsweise, wie früher (§. 56.) gezeigt worden ist, welche die lebenden Körper zum Behufe ihrer Ernährung aus der Aussenwelt aufnehmen. Endweder müssen sie für sich schon flüssig, oder doch durch den Zusatz von Säften der Verflüssigung fähig seyn. Alle festen organischen Substanzen, die nicht durch den Zusatz von Säften eines lebenden Körpers verflüssigt werden können, geben als solche keine Nahrungsmittel ab.

I. *Nahrungsmittel der Gewächse.*

§. 151.

Die Pflanzen ziehen ihre Nahrungsmaterien bloss in flüssiger Form aus der Erde oder aus dem Wasser, mit denen sie durch die Wurzeln in fortdauernder Verbindung stehen. Manche Zellen-Gewächse scheinen sich jedoch aus den Wasserdünsten der Atmosphäre zu ernähren. Erde und Wasser sind die beiden grossen Magazine und Lagerstätten von organischen Materien, denen die Ueberreste der abgestorbenen Pflanzen- und Thier-Körper anheim fallen. Diese werden im aufgelösten und zersetzten Zustand von den Gewächsen wieder aufgenommen und in die organische Gestaltung und das Leben zurückgeführt. Die mit organischen Substanzen geschwängerte obere Schichte der Erde, die Dammerde, lässt Luft und Wasser in sich eindringen, zieht den Sauerstoff der Atmosphäre an, und es bildet sich

Digitized by Google

Kohlensäure in ihr. Das kohlensaure, mit aufgelösten organischen Materien und verschiedenen Erden, Salzen und Metallen verbundene Wasser ist die Haupt-Nahrungsmaterie der Gewächse. Ueberall sehen wir an Orten Pflanzen üppig emporwachsen, wo organische Körper in Verwesung begriffen sind, wie auf Kirchhöfen und Schlachtfeldern, und an Stellen, wo thierische Exkremente und Pflanzenreste vermodern. Auch die Verbesserung des Bodens bei der Pflanzen-Cultur, alle Düngung, beabsichtigt jene Nahrungs-Flüssigkeit zu bereiten.

§. 152.

Mehrere ältere Naturforscher, Van Helmont [1], Boyle [2], du Hamel [3], Eller [4], Tillet [5] u. a. haben die Behauptung aufgestellt, Gewächse könnten sich aus blossem Wasser nähren, und sie beriefen sich auf angestellte Versuche, die dies bewiesen. Wallerius [6] meinte sogar aus seinen Versuchen folgern zu müssen, dass alle in Gewächsen vorkommenden Salze, Erden und sonstige Bestandtheile aus dem Wasser bereitet würden. Dagegen zeigte aber Bergmann [7], dass die in Pflanzen, welche im Wasser gezogen wurden, vorhandenen Erdarten, entweder bereits in diesem enthalten waren, oder aus den Geschirren aufgenommen wurden, worin sich die Pflanzen mit dem Wasser befanden. Ferner machte Kirwan [8] darauf aufmerksam, dass im Regenwasser, dessen sich jene Naturforscher bei ihren Versuchen oft bedient hatten, manche Materien vorkommen, die sich in den Gewächsen finden. Gewächse endlich, die sich aus Samen und Zwiebeln in ganz reinem Wasser entwickeln, nähren sich vorzüglich, wie sattsam erwiesen ist, aus den in diesen enthaltenen und sich auflösenden schleim- und eyweiss-artigen Materien [9].

1) *Opus Medicinae. Amstel.* 1654. *p.* 55. 82. 116.

2) *Chymista scepticus, vel dubia et paradoxa chymico-physica. Rotterod.* 1668. *p.* 96.

3) *La physique des arbres. T.* 2. *p.* 198.

4) *Mém. de l'Acad. de Berlin.* 1752. *p.* 17.

5) *Mém. de l'Acad. de Paris.* 1774.

6) *Agriculturae fundamenta chemica. p.* 35.

7) *Opuscul. chim. T.* 2. *p.* 15. *T.* 5. *p.* 92.

Digitized by Google

8) *Transact. of the royal Irish Academy. V.* 5. *p.* 160.

9) Zwiebeln, z. B. die von Hyacinthen, Tulpen, Narcissen u. a. treiben Wurzeln, wenn sie in destillirtes Wasser gesetzt werden, und es überziehen sich die Wurzelfasern mit einer schleim- oder eyweissartigen Materie, die aus den Zwiebeln selbst kommt. Diese Erscheinung haben DU HAMEL *(Physique des arbres T.* 1. *p.* 86.*)*, GAUTIER D'AGOTY *(Observ. sur l'hist. natur. T.* 8. *p.* 170.*)*, SENEBIER *(Physique végét. T.* 1. *p.* 345*)* u. a. wahrgenommen. Auch J. MURRAY *(The Edinburgh Philos. Journal Nr. XIV. p.* 328.*)* beobachtete neuerlichst die Ausscheidung von Kohlensäure aus den Wurzelfasern der Hyacinthen-Zwiebeln, die im Wasser keimten.

§. 153.

Der in die Zusammensetzung der Gewächse vorzugsweise eingehende Kohlenstoff wird nicht, wie ehemals CRELL [1] annahm, erst in diesen unter Mitwirkung des Lichts und der Wärme aus den aufgenommenen Materien durch ihre Lebensthätigkeit erzeugt; sondern er wird nach TH. DE SAUSSURE's [2] und GOEPPERT's [3] Versuchen von aussen, theils mit den Nahrungsmitteln durch die Wurzeln, theils aus der Kohlensäure der Luft durch die Blätter angezogen. Ferner werden die in den Gewächsen bei der Einäscherung sich zeigenden unorganischen Verbindungen, wie Salze, erdige Materien und metallische Stoffe, nicht, wie SCHRADER [4], EINHOF [5] und BRACONNOT [6] gefunden haben wollten, in den Gewächsen erst hervorgebracht; sie werden vielmehr zufolge SAUSSURE's [7], H. DAVY's [8], LASSAIGNE's [9] und BERTHIER's [10] Untersuchungen im aufgelöstem Zustand mit dem Wasser aufgenommen. Dass die lebenden Körper überhaupt, und namentlich die Gewächse, im Stande wären Elementarstoffe zu bilden, ist durchaus unerwiesen.

1) Chemische Annalen B. 2. S. 110. *Nov. Commentar. Soc. Goetting.* 1818. *T.* 1.

2) *Recherches chim. sur la végétation Ch.* 2.

3) *Nonnulla de plantarum nutritione. Berolin.* 1825. 8.

4) Zwei Preisschriften über die eigentliche Beschaffenheit und Erzeugung der erdigen Bestandtheile in den verschiedenen inländischen Getreidearten von C. C. SCHRADER und J. S. B. NEUMANN. Berlin 1800.

5) GEHLEN neues allgem. Journal der Chem. B. 3. S. 563.

6) *Annales de Chimie. T.* 61. *p.* 187.

7) A. a. O. p. 281.

Digitized by Google

8) *Elements of agricultural chemistry.*

9) *Observations sur la germination des graines dans le soufre; im Journal de Pharmacie T. 7. p. 509.*

10) *Analyse des cendres de diverses espèces de bois; in Annales de Chim. et de Phys. Juillet* 1826. *p.* 240.

§. 154.

Obgleich Ingenhouss [1], Percival [2], Schrader, Braconnot u. a. gefunden haben, dass Pflanzen in Substanzen gedeihen, welche im Wasser ganz unauflöslich sind, wie Sand, Glas u. d. gl.; sobald sie nur kohlensaures Wasser erhalten; so ergibt sich dennoch aus den von Hassenfratz [3], Th. de Saussure [4], Giobert [5], Link [6] u. a. angestellten Versuchen, dass Gewächse in einem von organischen Materien gänzlich freien Boden nur höchst kümmerlich oder gar nicht gedeihen, selten Blüthen treiben und noch seltener Früchte ansetzen. Die Wichtigkeit der in dem Wasser aufgelösten organischen Materien für die Ernährung der Gewächse ist also nicht in Zweifel zu ziehen. Der von Mirbel [7] und Smith [8] zwischen Pflanzen und Thieren, hinsichtlich der Nahrungsmittel, aufgestellte Unterschied, erstere ernährten sich aus unorganischen, und letztere aus organischen Materien ist unhaltbar, was unter andern auch daraus erhellt, dass sich die auf anderen Pflanzen wachsenden Schmarotzer-Gewächse aus den Säften jener ernähren.

1) *On the food of plants. London* 1797.

2) *Philosophical Transact. Nro.* 253. *p.* 193.

3) *Annales de Chimie. T.* 13. *p.* 179.

4) A. a. O. p. 28.

5) *Physiologie végétale par* Senebier *T.* 2. *p.* 34.

6) Kritische Bemerkungen zu Sprengel's Werk über den Bau und die Natur der Gewächse S. 36.

7) *Traité d'anatomie et de physiologie végétale. T.* 1. *p.* 19.

8) *Introduction to botany. London* 1809. *p.* 5.

II. *Nahrungsmittel der Thiere.*

§. 155.

Bei weitem mannigfaltiger und zusammengesetzter als die Nahrungsmittel der Pflanzen sind die der Thiere. Ausser dem Wasser, dem Vehickel mancher nährenden Mate-

Digitized by Google

rien, bestehen dieselben aus vegetabilischen und animalischen Substanzen [1]. Mineralische Körper sind keine Nahrungsmittel, wenn sie auch gleich oft in Vermengung oder Verbindung mit organischen Materien von verschiedenen Thieren aufgenommen werden [2]. Hinsichtlich der Beschaffenheit der Nahrungsmittel zeigen die Thiere viele Verschiedenheiten. Die meisten, namentlich fast alle Wasserthiere, nehmen nur thierische Substanzen auf; andere dagegen, die grössere Anzahl der Landthiere, nähren sich von vegetabilischen Materien; und noch andere von beiden zugleich. Eine scharfe Grenze lässt sich indess nicht ziehen, weil mehrere Thiere nach den Jahreszeiten und unter anderen Umständen die Nahrungsmittel wechseln.

1) Rondelet *(De piscibus L. 1. Cap. 12.)* redet von Seethieren, die bloss vom Wasser leben könnten. Er beobachtete einen Fisch, der drei Jahre hindurch in einem Gefäss mit Brunnen-Wasser lebte, und dabei so zunahm, dass das Gefäss für ihn zu enge wurde. Dies Phänomen nimmt man auch bei den kleineren Goldfischchen wahr. Es beweisst aber keineswegs, dass sie sich aus blossem Wasser nähren, denn dies enthält auch meistens organische Materien, wenn gleich in geringer Menge, aufgelöst, wie sich aus der Bildung der Priestleyischen grünen Materie im Wasser ergibt.

2) Es ist kein Thier bekannt, welches sich von mineralischen Substanzen nährte. Wenn manche Thiere, wie zum Beispiel die Erdwürmer, Dammerde aufnehmen, so geschieht dies um die ihr beigemischten organischen Materien zu gewinnen. Die erdigen Theile selbst gehen mit den Exkrementen ab.

§. 156.

Was die Beschaffenheit der den Thieren als Nahrungsmittel dienenden Substanzen betrifft, so sind sie entweder blosse Säfte, oder feste Theile, oder beides zugleich. Thierische Säfte werden von den Eingeweidewürmern, und mehreren flügellosen Schmarotzer-Insekten, so wie von verschiedenen Dipteren aufgenommen. Die thierischen Substanzen, die von den verschiedenen Thierarten aus dieser oder jener Klasse vorzugsweise entnommen werden, sind entweder noch lebend, oder sie sind in Zersetzung und Fäulniss begriffen. Auch die Beschaffenheit der vegetabilischen Nahrungsmittel bietet viele Verschiedenheiten dar. Einige Thiere nehmen nur Pflanzensäfte auf, wie viele In-

Digitized by Google

sekten. Die Säfte sind entweder bereits abgesondert, sind in den Nektarien enthalten, und werden aus diesen aufgesaugt, was bei den bienenartigen Insekten, den Schmetterlingen und manchen Fliegen der Fall ist. Oder die Säfte werden erst nach Verletzung der Pflanzentheile mittelst Stacheln, von den Insekten aufgenommen, wie bei vielen Hemipteren. Bei weitem die meisten Thiere nehmen Pflanzentheile in fester Form auf. Einige nähren sich von Kräutern, andere von Blüthen, noch andere von Früchten oder Samen, u. s. w. Ferner zeigt sich die Verschiedenheit, dass einige Thiere vielerlei Gewächse, andere nur eine einzige Pflanzenart verzehren [1].

1) Unter den kräuterfressenden Thieren kann man zwei Abtheilungen unterscheiden; solche, die sich von vielerlei Pflanzen nähren, und solche, die nur von einer Pflanzenart ihren Unterhalt nehmen. Die ersteren verschmähen jedoch nach Linné's Bemerkung, mehrere Pflanzen einer Gattung oder einer Familie. So lässt der Ochse alle röhrenförmigen und ehrenpreisartigen Pflanzen *(Labiatae* und *Veronicae)*, das Pferd fast alle Kreuzblumen *(Cruciatae)* stehen. Ochsen, Pferde, Schafe, Schweine und Ziegen fressen beinahe gar keine Art von Nachtschatten *(Solaneae)*, während diese Thiere gierig die Gräser *(Gramineae)*, Hülsengewächse *(Leguminosae)*, und die Pflanzen mit zusammengesetzten Blumen *(Compositae)* verzehren.

Die meisten Insekten nähren sich nur von einer Gewächsart, oder doch von Pflanzen einer Gattung oder einer Familie.

§. 157.

Die Thiere sind also offenbar hinsichtlich der grösseren Mannigfaltigkeit und Zusammensetzung der Nahrungsmittel [1], so wie darin, dass sie nicht wie die Gewächse bloss flüssige Nahrung aufzunehmen im Stande sind, vollkommenere Organismen. Nur im Fötus-Zustand sind alle Thiere, so wie die Säugethiere nach der Geburt, gleich den Pflanzen, an flüssige Nahrung gebunden.

1) Von den Nahrungsmitteln der Thiere handelt ausführlich G. R. Treviranus (Biologie B. 4. S. 295.).

Digitized by Google

Zweites Kapitel.

Von der Aufnahme der Nahrungsmittel durch Einsaugung.

§. 158.

Alle Gewächse nehmen ihr flüssiges Aliment durch Einsaugung auf, die an ihrer Peripherie vollzogen wird. Auch bei den noch im Eye eingeschlossenen Thier-Embryonen werden die flüssigen Nahrungsmaterien durch peripherische Gebilde aufgesaugt. Nach der Durchbrechung der Eyhüllen hingegen nehmen die Thiere ihre Nahrungsmittel durch eine besondere, den Gewächsen abgehende Oeffnung, den Mund, auf, und bewegen dieselben in einen, ihnen gleichfalls eigenthümlichen, schlauchartigen Kanal, den Darmkanal, aus dem die für sich schon flüssigen, oder hier erst durch den Zusatz von Säften flüssig gewordenen Nahrungsmittel aufgesaugt werden. Zunächst wollen wir uns in diesem Kapitel mit der Einsaugung bei Pflanzen und Thieren beschäftigen und von der durch den Mund bewerkstelligten Aufnahme der Nahrungsmittel im folgenden Kapitel handeln.

I. *Einsaugung der Nahrungsmittel bei den Gewächsen.*

§. 159.

Die Werkzeuge, mittelst welcher die in die Nahrungsmittel selbst eingesenkten und befestigten Pflanzen die Nahrungsmaterien aufnehmen, sind die Wurzeln, wie sattsam bekannt ist. Die Wurzeln der Zellengewächse, mehrerer Moose, einiger Flechten und Schwämme, sind faden- oder

Digitized by Google

haar-förmige, zuweilen ästige Anhänge, die wie das ganze Gewächs aus Zellengewebe bestehen, welches oft schlauchartige Räume enthält, in denen die eingesaugte Flüssigkeit aufsteigt. An den Wurzeln der Gefäss-Pflanzen, namentlich der Dikotyledonen, unterscheidet man den Wurzelstock mit seinen Verzweigungen und zahlreichen Anhängen, den Wurzelfasern. Bei den Gräsern zeigt sich ein Knoten, von dem die Wurzelfaden ausgehen. Der Wurzelstock besteht aus dem holzigen Körper und der Rinde. Ersterer, der bei manchen Gewächsen Mark in sich einschliesst, ist aus Zellengewebe und Gefässen zusammengesetzt. Einige Pflanzen-Anatomen, DU HAMEL [1], COMPARETTI, BELL [2], LINK [3] u. a. wollen in dem Holzkörper auch wahre Spiralgefässe wahrgenommen haben, deren Vorkommen aber von andern geläugnet wird. Die Rinde enthält viel Zellengewebe, so wie die zum Wachsthum der Wurzeln nöthigen Ernährungs-Gefässe. Eine eigentliche Oberhaut fehlt den Wurzeln, sowohl der Monokotyledonen als Dikotyledonen, nach KIESER's [4] und L. C. TREVIRANUS [5] Untersuchungen. Die meistens cylindrisch geformten Wurzelfasern sind an ihren feinsten Vertheilungen mit haar- oder schwamm-artigen Anhängen besetzt, die, wie TREVIRANUS fand, aus blossem Zellengewebe bestehen. Zufolge der von SENEBIER, CARRADORI [6], und DE CANDOLLE [7] angestellten Versuche sind es vorzüglich die äussersten Enden dieser Anhänge, welche das Geschäft der Einsaugung besorgen. Freie Mündungen, durch welche die Nahrungs-Flüssigkeit aufgenommen wird, sind bis jetzt noch nicht erkannt worden. Sind besondere Saug-Oeffnungen vorhanden, so müssen sie ungemein klein seyn, indem die Wurzelfasern nach SPRENGEL's [8] und LINK's [9] Versuchen nur sehr fein zertheilte und im Wasser aufgelöste, aber keine gröberen Farbestoffe aufnehmen. Letztere werden nur aufgenommen, wenn die Wurzeln verletzt sind.

1) *Physique des arbres T.* 1. *p.* 82.

2) *Mem. of the Manchester Society T.* 2. *p.* 403.

3) Grundlehren der Anatomie und Physiologie der Pflanzen S. 125.

4) Grundzüge der Anatomie der Pflanzen §. 350.

5) Ueber die Oberhaut der Gewächse; in den vermischten Schriften B. 4. S. 35.

Digitized by Google

6) *Degli organi assorbenti delle radice; osservaz. present. alla Societa Georg. di Firenza.*

7) *Mém. sur le développement des racines; Annal. des Sc. natur. de Genève* 1826. *p.* 1.

8) Anleitung zur Kenntniss der Gewächse S. 100.

9) Grundlehren S. 72.

§. 160.

Die Einsaugung durch die Wurzelfasern geschieht zufolge DE LA BAISSE'S [1], HALÉS [2], SENEBIER'S u. a. Versuche sehr lebhaft, besonders im Frühling. Einige Pflanzen-Physiologen haben den Wurzeln das Vermögen zugeschrieben, eine Auswahl in den flüssigen Substanzen zu treffen, mit denen sie in Berührung kommen, und nur solche aufzunehmen, die vorzugsweise brauchbar zu ihrer Ernährung seien. Dies ist eine irrige, durch zahlreiche neuere Versuche sattsam widerlegte Annahme. TH. DE SAUSSURE fand, dass Gewächse Kochsalz, salpetersaure Kalkerde, schwefelsaures Natron, Salmiak, essigsaure Kalkerde, schwefelsaures Kupferoxyd, Zucker, arabisches Gummi u. d. gl. einsaugten. G. F. JAEGER [3] bewies die nachtheilige Wirkung des Arseniks auf die Gewächse, deren Wurzeln sich im Wasser befanden, in dem nur eine geringe Menge desselben enthalten war, sie wurden welk und starben ab. C. J. F. BECKER [4], SCHREIBERS [5] und GOEPPERT [6] sahen eine ähnliche Wirkung von der Blausäure. Besonders schätzbar sind des jüngeren MARCET [7] zahlreiche Versuche, aus denen sich ergibt, dass Gewächse mancherlei im Wasser aufgelöste Mineralstoffe, wie arsenichte Säure, Quecksilber-Chlorid, Blei- und Kupfer-Salze, so wie die Extracte von Opium, Krähenaugen, Belladonna, Schierling, Kirschlorbeer-Wasser, Blausäure, Alkohol u. s. w. aus dem Wasser aufsaugten, mit dem die Wurzeln begossen wurden, und dass diese Aufnahme für sie nachtheilige oder giftige Wirkungen hatte. Solche Versuche sind ferner von MACAIRE-PRINSEP [8], so wie von SCHUEBLER und ZELLER [9] mit demselben Erfolge angestellt worden.

1) *Diss. sur la circulation de la seve des plantes p.* 53.

2) *Statique des plantes.*

3) *Diss. de effectibus arsenici in varios organismos. Tübing.* 1808.

4) *De acidi hydrocyanici vi perniciosa in plantas. Jenae* 1823.

5) — — — — — — — *Jenae* 1825.

Digitized by Google

6) *De acidi hydrocyanici vi in plantas. Vratislav.* 1827. 8.

7) *Mém. sur l'action des poisons sur le regne végétal; in Mém. de la societé de physique et d'hist. natur. de Genève.* 1824. *Bibl. universelle T.* 31. *p.* 244. *Annal. de chim. et de phys. T.* 29. *p.* 209.

8) *Sur l'influence des poisons sur les plantes douées de mouvemens excitables. Ib.* 1825. 26. *T.* 1. *P.* 1. 2.

9) Untersuchungen über die Einwirkungen verschiedener Stoffe des organischen und unorganischen Reichs auf das Leben der Pflanzen; in Schweiggers Jahrb. der Chemie und Physik. 1827. H. 5. S. 54.

§. 161.

Das Vermögen einzusaugen kommt auch den Blättern zu. Dass die Gewächse Flüssigkeiten zum Behufe ihrer Ernährung mittelst der Blätter aufnehmen, ergibt sich aus der wohlthätigen Wirkung des Thaus, Regens und Besprengens der Blätter mit Wasser, wodurch ihr Wachsthum befördert wird. Viele Pflanzen mit unbedeutenden Wurzeln, aber dicken und saftigen Blättern, z. B. die Cactus-Arten, erhalten sich vorzüglich durch die von den Blättern vollzogene Einsaugung, und selbst von den Pflanzen getrennte Blätter bleiben eine Zeit lang frisch. Viele Zellengewächse, besonders Wasser-Algen, Ulven, Conferven, Schwämme, Flechten und Moose ziehen auf ihrer ganzen Oberfläche reichlich Flüssigkeiten an, ja manche, wie die meisten Flechten, die keine eigentlichen Wurzeln haben, scheinen sich bloss durch Einsaugung auf ihrer Oberfläche zu ernähren. Hales erwies ferner die Gewichts-Zunahme der Pflanzen in feuchter Luft durch Versuche. Auch Mariotte, du Hamel, Merret, und besonders Bonnet [1] haben die von den Blättern ausgeübte Einsaugung sattsam dargethan. Letzterer fand, dass Blätter auf Wasser gelegt nicht allein sich selbst erhielten, sondern auch Zweige und Aeste, woran sie sassen, lebend zu erhalten im Stande waren. Bei den Kräutern scheint die Einsaugung von Feuchtigkeiten sowohl durch die obere als untere Fläche der Blätter, bei Sträuchen und Bäumen dagegen mehr durch die letztere Fläche zu geschehen. Wahrscheinlich stehen die Spalt-Oeffnungen der Blätter hauptsächlich der Einsaugung vor, wie von Humboldt [1], Kroker [2], Sprengel [3], Schrank, G. R. Treviranus [4] und L. C. Treviranus [5] annehmen. Doch erfolgt sie bei Zellengewächsen, denen Spaltöffnungen abgehen, auch ohne dieselben.

Digitized by Google

1) *Recherches sur l'usage des feuilles. Génève* 1754. §. 4.
2) *De plantarum epidermide. Halae* 1801.
3) Einleitung zu Ingenhouss über die Ernährung der Pflanzen. S. 24.
4) Biologie B. 4. S. 38.
5) Vermischte Schriften B. 4. S. 79.

§. 162.

Es dringt sich uns die Frage auf: ist die Aufnahme oder Einsaugung der flüssigen Nahrungsmaterien in das Innere der Gewächse eine blosse Wirkung der physischen Kapillar-Anziehung oder der Haarröhrenkraft poröser Körper, wodurch ein feines Glas- oder sogenanntes Haar-Röhrchen, in eine Flüssigkeit gebracht, diese über ihren äusseren Stand in die Röhre hinaufzieht; oder ist die Einsaugung vielmehr eine eigenthümliche Lebens-Aeusserung? Viele Pflanzen-Physiologen, Malpighi, Grew, Borelli, de la Hire, Bradley u. a. nahmen das erstere an, und sie hielten die Wurzelfasern für Haarröhrchen, welche die Nahrungs-Flüssigkeit mittelst Kapillar-Anziehung aufnehmen und fortbewegen sollten. Mag diese Kraft dabei vielleicht mit wirksam seyn, aber allein vermag sie diese Erscheinung nicht hervorzubringen, wie aus folgendem erhellet. Die Einsaugung der Nahrungs-Flüssigkeit ist nach den Zuständen der Gewächse, den Perioden ihrer Entwickelung und ihres Wachsthums, und nach den Jahreszeiten verschieden. Während der Periode der Bildung und des Wachsthums der Blätter erfolgt die Einsaugung und Fortbewegung des Pflanzensafts um so stärker, je schneller die Belaubung eintritt. Die Gewächse entziehen ferner dem Boden die meiste Nahrung zur Zeit der Blüthe und des Ansetzens der Früchte und Saamen. Ausserdem ist sattsam bekannt, dass die Einsaugung und Fortbewegung der aufgenommenen Flüssigkeit von dem Einflusse der Wärme und des Lichts auf die Pflanzen abhängt. Im Ganzen ist die Einsaugung im Frühjahr und Sommer am lebhaftesten, sie nimmt im Herbst ab, und ist während des Winters am geringsten, wenn sie jetst anders nicht gar aufhört. Alle diese Erscheinungen können nicht als blosse Wirkungen der Haarröhrchen-Einsaugung angesehen werden, die ja durch die Jahreszeiten, so wie durch Licht und Wärme nicht verändert wird. Endlich findet noch zwischen

Digitized by Google

der Kapillar-Einsaugung und der der Gewächse der Unterschied statt, dass ein Haarröhrchen die aufgenommene Flüssigkeit nicht aus einer oberen Oeffnung ergiesst; während dagegen der von den Pflanzen eingesaugte Saft durch verletzte Gefässe ausfliesst. Diese Gründe nöthigen uns die Einsaugung der Gewächse mit Senebier, de Saussure, Desfontaines, de Candolle u. a. für eine organische oder Lebens-Aeusserung zu halten.

II. *Einsaugung bei den Thieren.*

§. 163.

Die Thiere, welche nicht gleich den Gewächsen in die Nahrungsmittel eingesenkt und in diesen befestigt sind, nehmen ihre Nahrungsmittel Vorzugs-Weise durch den Mund in den Nahrungskanal auf. Hier werden sie mit abgesonderten Säften vermischt, die auf die Nahrungsmittel, wenn sie fest sind, auflösend und verflüssigend wirken. Die flüssigen Nahrungsmittel werden alsdann von der inneren Fläche des Darmkanals eingesaugt. Bei den Thieren geschieht also die Einsaugung der Nahrungsmaterien auf ihrer inneren Fläche, was aber vorhergehende Thätigkeits-Aeusserungen eigener Art voraussetzt; während die Einsaugung der Nahrungsmittel bei den Gewächsen an ihrer Peripherie statt hat. Viele Thiere saugen ausserdem auf ihrer Oberfläche, auf der Haut, ein. Diese Einsaugung ist aber für sich allein selten zur Erhaltung eines Thieres hinreichend.

§. 164.

Was die Gebilde betrifft, welche die Einsaugung der für sich schon flüssigen oder durch die auflösend wirkenden Säfte des Nahrungsschlauchs flüssig gewordenen Nahrungsmittel aus diesem vollziehen, so scheint zunächst der der Schleimhaut des Nahrungskanals zum Grunde liegende Zellstoff, welcher die Eigenschaft besitzt, sich mit Flüssigkeiten zu tränken, diesem Geschäfte vorzustehen. In der Schleimhaut des Darmkanals der vier obern Thier-Klassen, der Säugethiere, Vögel, Amphibien und Fische sind Gefässe eigener Art, die Saugadern, vorhanden. Das Vorkom-

Digitized by Google

men solcher Gefässe am Nahrungsschlauch der Säugethiere ist seit Asselli's Entdeckung derselben, durch Vesling's, Th. Bartholin's, Stenonis, Rudbeck's, Pecquet's und vieler anderer Anatomen Untersuchungen hinlänglich dargethan. Am Darmkanal der Vögel sind die Saugadern von Hewson [1], Al. Monro dem jüngeren [2], mir [3], und neuerlichst von Breschet [4] und E. A. Lauth [5]; so wie am Darmkanal der Amphibien und Fische von den beiden ersteren, von Cruikshank [6], und besonders von Fohmann [7] nachgewiesen worden. Diese aus der Schleimhaut des Nahrungsschlauchs ihren Ursprung nehmenden Gefässe vereinigen sich zu Zweigen und Aesten, und stellen in Verbindung mit Saugadern, die von anderen Organen kommen, grössere Stämme dar, welche man die Milchbrustgänge nennt. Diese öffnen sich in die Schlüsselbein-Vene oder in andere grössere Venenstämme in der Nähe des Herzens. Ausser der Verbindung der Saugadern mit den grösseren Venen vereinigen sie sich auch hin und wieder mit den Venen des Darmkanals, welche Vereinigung bei den Säugethieren vorzüglich in den Gekrösdrüsen geschieht, wie Fohmann [8] dargethan hat. Bei den Fischen, Amphibien und Vögeln zeigen sich ebenfalls zahlreiche Verbindungen der Saugadern des Darmkanals und anderer Theile mit Venen, ausser denen durch die Milchbrustgänge vermittelten. Die Saugadern des Darmkanals sind bei jenen Thieren vorzüglich dann reichlich mit einer Flüssigkeit gefüllt, welche bei den Säugethieren eine milchweisse Farbe hat, wenn die Thiere Nahrungsmittel in den Darmkanal gebracht haben; daher anzunehmen ist, dass sie die flüssig gewordenen Nahrungsmittel aus der Schleimhaut des Darmkanals anziehen, in sich aufnehmen und in das Blutgefässsystem fortleiten.

1) *Philos. Transact.* 1768. *T.* 58. *p.* 217. 1769. *T.* 59. *p.* 204.

2) *State of facts concerning the paracenthesis of the thorax an acount of air effused, and lymphatic vessels in oviparous animals. Edinb.* 1770.

Anatomie der Fische. S. 34.

3) Anatomie der Vögel. B. 1. S. 533.

4) *Note sur la recherche des vaisseaux lymphatiques des oiseaux; im Bulletin des sciencces médicales. Oct.* 1824. *p.* 105.

5) *Mém. sur les vaisseaux lymphatiques des oiseaux; in Annales des sciences naturelles. Paris* 1825.

Digitized by Google

6) Geschichte der Saugadern S. 62.

7) Das Saugadersystem der Wirbelthiere, erstes Heft, das Saugadersystem der Fische. Heidelberg 1827. fol.

8) Anatomische Untersuchungen über die Verbindung der Saugadern mit den Venen. Heidelberg 1821.

§. 165.

Saugadern sind bei den Wirbelthieren nicht nur am Darmkanal, sondern auch an allen Organen wahrgenommen worden, die im Innern von einer Schleimhaut überzogen sind, wie an den Lungen, den Harnwerkzeugen und Geschlechtsorganen. Ferner sah man sie an der inneren Fläche der allgemeinen Bedeckungen oder der Haut, an den Kiemen der Fische; desgleichen auf den Serösen- und Synovial-Häuten; so wie in den verschiedenen Drüsen, in dem die Muskel- und Nerven-Substanz einschliessenden Zellstoff, an der äusseren Fläche der Knochen u. s. w., kurz überall wo sich Zellstoff vorfindet. Erscheinungen von Einsaugung abgesonderter Säfte und anderer Flüssigkeiten, die mit jenen verschiedenen Theilen in Verbindung gebracht waren, sind vielfältig wahrgenommen worden; so dass wir uns zur Annahme berechtigt glauben, jenen Gefässen vorzugsweise das Geschäft der Einsaugung zuzuschreiben.

§. 166.

Bei den übrigen mit Blutgefässen versehenen Thieren, den Mollusken, Krebsen, Spinnen, Insekten, geringelten Würmern und Strahlthieren, in denen bis jetzt keine Saugadern aufgefunden wurden, geschieht die Aufnahme und Fortleitung der Nahrungsmaterien aus der Schleimhaut des Darmkanals entweder durch Venen, die im Stande sind einzusaugen, oder sie erfolgt vielleicht gleichfalls mittelst Saugadern, welche sich aber sogleich mit Venen verbinden. Eine Anordnung dieser Art lässt sich freilich theils der Kleinheit der Thiere wegen, theils deswegen schwer nachweisen, weil das Blut jener Thiere, mit Ausnahme der geringelten Würmer, keine rothe Farbe hat, und folglich etwa vorhandene und bald mit den Venen sich vereinigende Saugadern nicht wohl von diesen durch die Farbe der ent-

Digitized by Google

haltenen Flüssigkeit unterschieden werden können [1]. Sehr wahrscheinlich glückt es noch in wirbellosen Thieren Saugadern aufzufinden. In denjenigen Thieren endlich, die selbst der Blutgefässe ermangeln, wie die Eingeweidewürmer, Medusen und Polypen, geschieht die Einsaugung und Fortleitung der Nahrungsmaterien aus dem Darmkanal wohl allein durch den Zellstoff.

1) Viviani *(De phosphorescentia maris. Genuae* 1805. 4. *p.* 14) sah in dem Sandwurm *(Sabella naispiro Cuv. Spirographis Spallanzanii Viv.)* ausser den rothes Blut führenden Gefässstämmen des Darmkanals noch ein drittes, mit einer gelben Flüssigkeit gefülltes Gefäss, welches er *Vas lymphaticum* nennt. Ist dies ein Saugaderstamm?

§. 167.

Bei allen Thieren mit nackter Haut findet auch auf dieser Einsaugung von Flüssigkeiten statt. Die Einsaugung des Wassers von Infusorien, Räderthieren, Vibrionen u. a. ist durch Leuwenhoeck's, Baker's [1], Fontana's [2] und Spallanzani's [3] Versuche erwiesen worden. Polypen, Medusen, Strahlthiere und Würmer saugen gleichfalls lebhaft mittelst der Haut ein. Auch die in thierischen Säften lebende Eingeweidewürmer nehmen nach Zeder's und Rudolphi's [4] Angaben solche durch die Haut auf. Spallanzani [5] fand, dass Schnecken viel Wasser einsaugen, indem sie in Wasser geworfen schnell schwerer werden. Jacobson [6] hat neuerlichst Versuche über das Einsaugungs-Vermögen der Weinbergsschnecke *(Helix pomatia)* angestellt. Eine Auflösung von blausauren Kali, die er auf die Oberfläche solcher Thiere brachte, wurde schnell eingesaugt und ging in die Blutmasse über. Das Blut kann eine solche Menge dieses Salzes aufnehmen, dass beim Zusatz des salzsauren Eisens zu demselben eine dunkelblaue Farbe entsteht. Die bei Fröschen, Kröten und Salamandern auf der Haut erfolgende Einsaugung von Wasser, besonders auf der unteren Fläche ihres Körpers, ist durch die schätzbaren Versuche R. Townson's [7] erwiesen; aus denen erhellet, dass diese Thiere fast so viel Wasser durch die Haut aufnehmen können, als das Gewicht ihres Körpers beträgt. Endlich hat auch Edwards [8] die bei Fröschen, Kröten und Eidechsen auf der Haut sehr

Digitized by Google

lebhaft erfolgende Einsaugung durch viele Versuche dargethan. Haben diese Thiere bei längerem Verweilen in der Luft viel durch Transpiration an Gewicht verloren, so findet im Wasser eine so starke Einsaugung desselben statt, dass dadurch der Gewichts-Verlust schnell ersetzt wird. Die Aufnahme des Wassers erfolgt in der Wärme lebhafter als in der Kälte.

1) *Employement for the Microscope. London* 1764.

2) Vom Viperngift B. 1. S. 62.

3) *Opuscules de physique T.* 2. *p.* 261.

4) *Entozoorum historia V.* 1. *p.* 252. 275.

5) *Mem. sur la respiration p.* 137.

6) *Oersted Oversigt over det kon. Danske Videnskab. selsk Forhandlung* 1825.

7) *Observationes physiologicae de Amphibiis. Goetting.* 1795. 4. *Pars secunda de absorptione amphibiorum.*

8) *Influence des agens physiques sur la vie, de l'absorption dans l'eau p.* 90. *p.* 345.

§. 168.

Hinsichtlich der Erklärung der die Einsaugung ausübenden Thätigkeit der Thiere stossen wir auf dieselbe Schwierigkeit wie bei der Einsaugung der Gewächse. Mehrere Physiologen, Magendie [1], Blainville [2] und Fodera [3] sehen die Einsaugung als eine blosse Wirkung der Capillarität an, und sie schreiben dem Zellstoff und den thierischen Geweben die Eigenschaft zu, sich gleich Schwämmen mit Flüssigkeiten zu tränken. Allerdings haben der Zellstoff, die Schleim und Serum absondernden Häute, die allgemeinen Bedeckungen, und, nach Emmert's und Lebkuchner's [4] Versuchen, auch die Wandungen der Gefässe, die Eigenschaft, Flüssigkeiten, mit denen sie in Berührung kommen, in sich aufzunehmen oder für dieselben permeabel zu seyn, worauf wir in der Lehre von der Einsaugung im Menschen zurückkommen werden. Allein diese Eigenschaft macht noch nicht die Einsaugung aus, sie erklärt nur das Eindringen in die Gewebe. Die Einsaugung äussert sich auch durch Aufnahme der Flüssigkeiten in bestimmte Räume, namentlich bei den Thieren der vier höheren Klassen in die Saug-

Digitized by Google

ndern, und durch Fortleitung derselben in bestimmten Richtungen.

Jene Durchdringlichkeit kommt dem Zellstoff, den Schleim und Serum absondernden Häuten während des Lebens wie im Tode zu, nicht aber die Fortleitung der Flüssigkeiten. Da wir ferner wahrnehmen, dass die Aufnahme und Fortleitung der Flüssigkeiten im Leben sehr veränderlich ist nach den Thätigkeits- oder Lebens-Aeusserungen der Thiere, dass die Einsaugung im jugendlichen Alter lebhafter erfolgt als im höheren, und dass mancherlei Einflüsse und Reize dieselben zu verändern im Stande sind; so müssen wir die Einsaugung und Fortleitung des eingesogenen als eine Lebens-Aeusserung ansehen, und wir können sie keineswegs als eine rein mechanische Wirkung der Kapillarität der Gewebe betrachten.

1) *Mém. sur le mecanisme de l'absorption, im Journal de Physiologie expérimentale T.* 1. *p.* 1.

2) *Analyse des principaux travaux dans les sciences physiques publié* 1820.

3) *Recherches expérimentales sur l'exhalation et l'absorption. Paris* 1823.

4) *Dissertatio qua experimentis eruitur, utrum per viventium adhuc animalium membranis atque vasorum parietes materiae ponderabiles illis applicatae permeare queant, nec ne? Tubingae* 1819. 8.

Einsaugungskraft.

§. 169.

Allen lebenden Körpern, den Gewächsen wie den Thieren, kommt, wie sich aus dem vorhergehenden ergibt, die Eigenschaft zu, Nahrungsmaterien und andere flüssige Substanzen einzusaugen. Die Einsaugung können wir nicht als die Wirkung der Kapillar-Anziehung ansehen, weil sie nach dem Zustande der lebenden Einzelwesen und nach Einflüssen die sie treffen, welche die Kapillar-Anziehung der leblosen Körper nicht verändern, bald vermehrt, bald vermindert ist. Wir müssen sie daher als eine Lebens-Aeusserung betrachten, und zwar bedingt durch eine be-

Digitized by Google

sondere den lebenden Körpern zukommende Eigenschaft oder Kraft, weil wir ihre Wirkungen bis jetzt nicht aus einer anderen, in den lebenden Körpern sich wirksam zeigenden Kraft zu erklären im Stande sind. Wir wollen sie vorläufig durch den Namen der Einsaugungs-Kraft bezeichnen, so lange wir ihre Wirkungen nicht auf eine andere organische Kraft zurückzuführen im Stande sind. Ausführlicher wird von ihren Wirkungen in der Lehre von der Einsaugung im Menschen gehandelt.

Digitized by Google

Drittes Kapitel.

Von der Aufnahme der Nahrungsmittel durch die Mund-Oeffnung.

§. 170.

Alle Thiere, mit sehr wenigen Ausnahmen, sind mit einer oder selbst einigen grösseren Oeffnungen versehen, durch welche sie ihre Nahrungsmittel aufnehmen. Nur den meisten Infusorien, einigen Zoophyten und Eingeweidewürmern mangelt eine Oeffnung der Art, und wahrscheinlich erfolgt bei ihnen die Aufnahme der flüssigen Nahrungsmittel allein durch auf ihrer Oberfläche vollzogene Einsaugung. Doch zeigt sich unter den Infusorien schon bei den Räderthieren nach Spallanzani [1] und einigen Cercarien nach Nitzsch [2] eine Mundöffnung. Eine solche Oeffnung kommt nur bei den Polypen, den meisten Eingeweidewürmern, allen Echinodermen, Ringwürmern, Mollusken, Insekten, Arachniden, Krebsen und Wirbelthieren vor. Vier Saugmündungen dagegen zeigen sich bei den Bandwürmern, und mehrere Mundöffnungen haben verschiedne Medusen. Der Mund, als das Werkzeug des Aufnehmens der Nahrungsmittel, bietet, wie die vergleichende Anatomie lehrt, viele Verschiedenheiten in seiner Anordnung dar, die mit der Beschaffenheit der Nahrungsmittel in nächster Beziehung stehen.

1) *Opuscules de physique T. 2. p. 212.*
2) Beiträge zur Infusorienkunde. Halle 1817. S. 8.

§. 171.

Von Flüssigkeiten sich nährende Thiere sind mit Saugwerkzeugen ausgerüstet, deren Bau und Mechanismus sehr verschieden ist. Einen häutigen contractilen Rüssel haben unter den Ringwürmern die Aphroditen, und unter den

Digitized by Google

Mollusken einige Gasteropoden *(Doris, Buccinum, Voluta, Murex)*, und ferner die meisten zweiflügeligen Insekten. Einen langen ausstreckbaren Rüssel, der nach dem Gebrauch durch Muskeln zusammengerollt werden kann *(Lingua spiralis)*, besitzen die Schmetterlinge. Bei Insekten und Spinnen, welche ihr flüssiges Aliment den Gefässen lebender Gewächse und Thiere entziehen, ist der Rüssel mit stechenden Werkzeugen versehen, mittelst deren sie jene verletzen, wie bei flügellosen Insekten *(Pediculus, Pulex, Acarus)*, den Hemipteren u. a. Bei manchen Dipteren *(Culex, Tipula)* besteht der Rüssel aus mehreren harten, an der inneren Fläche ausgehöhlten Borsten, die zu einer Saugröhre *(haustellum)* zusammengelegt werden können. In den mit einem muskulösen Rüssel ausgerüsteten Mücken und Schmetterlingen findet sich noch eine ausdehnbare und contractile Blase, die mit dem Schlund in Verbindung steht, und durch deren Ausdehnung das Saugen bewerkstelligt wird, wie G. R. Treviranus [1] gezeigt hat.

Feste Nahrungsmittel aufnehmende Thiere, bringen dieselben entweder in ganzen Massen durch eine sehr ausdehnbare und contractile Mundöffnung in den Nahrungsschlauch, wie Polypen, Actinien, Seesterne, Holothurien u. a. Oder sie haben horn- und kalkartige Stücke, Kiefer und Kinnladen, um die Mundöffnung gelagert, die durch Muskeln in verschiedenen Richtungen bewegt werden können, mittelst deren sie die Nahrungsmittel zangenartig ergreifen, wie die Seeigel, Sepien, Käfer, Heuschrecken, Libellen und Wirbelthiere. Die Kiefer sind gewöhnlich mit Zähnen besetzt, wie bei den meisten Säugethieren, Amphibien und Fischen, oder sie sind von einem hornartigen Ueberzug bedeckt, wie bei den Vögeln und Schildkröten. Bei den Säugethieren endlich finden sich an den Kiefern noch bewegliche Hautfalten, die Lippen, die auch zum Saugen geschickt sind.

1) Ueber das Saugen der Insekten; in den Annalen der Wetterauer Gesellschaft B. 3. S. 147. Vermischte Schriften B. 2. S. 95.

§. 172.

Bei den Thieren erfolgt die Aufnahme der Nahrungsmittel durch den Mund in gewissen Zeiträumen, die nach

Digitized by Google

kürzeren oder längeren Intervallen wiederkehren; während bei den Gewächsen die Einsaugung der Nahrungsmaterien mehr anhaltend statt zu finden scheint. Ferner werden die Thiere, sobald sie die Eyhüllen durchbrochen haben, nach den Handlungen zu schliessen die sie vornehmen, durch einen innern, im Nervensystem stattfindenden Vorgang, den Nahrungstrieb, den Hunger und Durst, genöthigt, Nahrungsmittel zu suchen und in den Nahrungsschlauch aufzunehmen. An Pflanzen nehmen wir keine Erscheinungen wahr, die sich für das Vorkommen eines solchen Triebes mit einiger Wahrscheinlichkeit anführen liessen. Das, was die Thiere aller Klassen am öftersten zu Thätigkeits-Aeusserungen, namentlich zu Bewegungen, auffordert oder anregt, ist der Nahrungstrieb und das Nahrungsbedürfniss. Dasselbe tritt in längeren oder kürzeren Zwischenräumen ein, welche bei den verschiedenen Thieren nach dem Bau, den Kraft-Aeusserungen, dem Alter, dem Aufenthalte, den Jahreszeiten und anderen Umständen verschieden sind. Im Ganzen stellt sich die Esslust bei den warmblütigen Thieren, den Säugethieren und Vögeln, deren Organisation am meisten zusammengesetzt ist, und deren Lebens-Erscheinungen die grösste Mannigfaltigkeit und Intensität, besonders hinsichtlich der eigentlich thierischen Verrichtungen zeigen, in den kürzesten Zeiträumen ein. Zur Zeit ihrer vollen Wirksamkeit nehmen sie gewöhnlich ein oder mehremale während eines Tages Nahrung auf. Seltener dagegen äussert sich die Esslust bei den sogenannten kaltblütigen Thieren, den Amphibien[1], Fischen, Krebsen, Spinnen, Insekten im ausgebildeten Zustand, den Mollusken, Würmern und Strahlthieren, deren animale Thätigkeits-Aeusserungen eine geringere Mannigfaltigkeit und Energie darbieten. Unter diesen Thieren selbst sind die beweglichsten und empfindlichsten, die Insekten, die esslustigsten. Durch die von Redi u. a. angestellten Versuche ist es ferner erwiesen, dass Säugethiere, Vögel und Insekten bei Mangel an Nahrungsmitteln früher sterben als Amphibien, Fische, Mollusken, Würmer u. a.

1) Eine von Prout (*Thomson Annals of philosophy V.* 5. p. 413.) beobachtete 16 Fuss lange Riesenschlange frass monatlich nur einmal.

Digitized by Google

§. 173.

Der Nahrungstrieb äussert sich ferner bei allen Thieren am öftersten und stärksten zur Zeit der Jugend, der Entwickelung und des Wachsthums, und zwar um so bemerkbarer, je schneller die Entwickelung erfolgt. Junge Säugethiere und Vögel sind während des wachenden Zustandes fast beständig mit dem Aufsuchen von Nahrungsmitteln beschäftigt. Insekten, sobald sie das Ey verlassen haben, besonders Raupen, fressen fast anhaltend fort. Junge Thiere ferner sterben früher als ältere, wenn es ihnen an Nahrungsmitteln gebricht. Manche Insekten, namentlich Schmetterlinge, nehmen im ausgebildeten Zustande gar keine Nahrungsmittel auf.

In der Luft sich aufhaltende Thiere consumiren im Ganzen mehr Nahrungsmittel als solche die im Wasser leben. Auch die Wärme äussert bei den meisten Thieren einen grossen Einfluss auf den Nahrungstrieb und das Nahrungs-Bedürfniss. Viele Säugethiere, das Murmelthier, die Siebenschläfer, der Igel, die Fledermäuse u. a., sowie die Amphibien, Insekten und Mollusken hören auf Nahrungsmittel aufzunehmen, sobald sich die Temperatur dem Null-Punkt nähert, und hierbei ihre vitalen Thätigkeits-Aeusserungen herabgestimmt werden.

Alle Einflüsse und Verhältnisse endlich, welche die Lebens-Erscheinungen der Thiere steigern und beschleunigen, lebhaftere und anhaltendere Bewegungen, eine grössere Aufregung der Sinneswerkzeuge und des Nervensystems bewirken, und mit einem grösseren Kraft-Aufwand verbunden sind, bringen im Allgemeinen ein gesteigertes Nahrungs-Bedürfniss hervor, und vermehren den Nahrungstrieb; während dagegen solche Einwirkungen, welche die Lebens-Aeusserungen herabstimmen, den Nahrungstrieb vermindern.

§. 174.

Die Thiere nehmen die Nahrungsmittel durch den Mund, nicht, gleich den Gewächsen durch die Wurzeln und Blätter, so auf, wie sie sich ihnen darbieten; sie treffen vielmehr eine Auswahl in denselben. Hierzu werden sie gleichfalls durch eine Wirkung des Nervensystems, einen ihnen eingepflanzten Trieb, den Instinkt, bestimmt. Dies erhellt

Digitized by Google

schon aus einem von Galen [1] gemachten Experiment. Er schnitt eine ausgetragene Ziege aus der Gebärmutter und brachte sie in einen Behälter, worin sich Gefässe mit Milch, Honig, Oel, Getreidekörnern und Früchten befanden. Das junge Thier beroch die Gefässe und wählte die Milch. Der die Thiere in der Wahl der Nahrungsmittel bestimmende Instinkt äussert sich nach ihrer Organisation und nach der verschiedenen vitalen Stimmung des Nervensystems ungemein verschieden. Zunächst scheinen die Thiere nur solche Substanzen aufzunehmen, die ihr Nervensystem entweder durch dunstförmige Exhalationen oder durch Ausflüsse, die sich dem Wasser mittheilen, auf eine ihnen angenehme Weise afficiren. Die wichtigste Rolle zur Vermittelung der Einwirkung jener Effluvien auf das Nervensystem spielen wohl die Geruchsorgane. Bei den der Geruchs-Werkzeuge ermangelnden Thieren der niedern Klassen scheint die weiche und nervenreiche Mundhaut für solche Effluvien empfänglich zu seyn.

1) *De locis affectis. Lib.* 6. *Cap.* 6.

§. 175.

Das Aufnehmen der Nahrungsmittel mittelst des Mundes wird durch Bewegungen vollzogen, welche die Thiere selbstthätig hervorbringen. Die an die Mundtheile gelagerten Muskeln werden durch den lebenden Einfluss der Nerven in Thätigkeit gesetzt. Es ergibt sich also hieraus, dass die Aufnahme der Nahrungsmittel durch den Mund durch Kraft-Aeusserungen eigener Art ausgeübt werden, die wir an den Gewächsen bei dem Anziehen der Nahrungsmittel durch die Wurzeln und Blätter nicht wahrnehmen. Dieselben sind Wirkungen der Nerven- und Muskel-Kraft.

Digitized by Google

Viertes Kapitel.

Von der Verähnlichung der Nahrungsmittel in den ersten Nahrungswegen.

§. 176.

Bei allen lebenden Körpern werden die in gewisse Räume aufgenommenen Nahrungsmittel verändert und ihrer Säftemasse ähnlich gemacht. Man nennt dies die Assimilation in der ersten Nahrungswegen. Die damit verbundenen Vorgänge wollen wir zunächst bei den Gewächsen und dann auch bei den Thieren betrachten.

I. *Verähnlichung in den ersten Nahrungswegen der Gewächse.*

§. 177.

Die von den Wurzeln eingesaugten Flüssigkeiten steigen als roher Nahrungssaft durch den Stengel oder Stamm zu den Blättern auf, wo sie unter dem Einflusse der Luft und des Lichtes in den eigentlichen Bildungs- oder Ernährungs-Saft umgewandelt werden. Geben wir in der Kürze den Bau des Stengels an, führen wir die Räume auf, in denen sich der Pflanzensaft bewegt, und untersuchen wir endlich die Beschaffenheit desselben und die Veränderungen, die er im Aufsteigen zu den Blättern darbietet.

§. 178.

Ein von der Wurzel aus sich erhebender und dem Lichte entgegen strebender Theil, ein Stengel *(Caulis)*, welcher die Blätter und Blüthen trägt, kommt nach den

Digitized by Google

von DE CANDOLLE [1] gegebenen Bestimmungen mehr oder weniger deutlich ausgebildet, in sehr verschiedener Länge und Form, bei allen Gefäss-Pflanzen vor. Bei wenigen Gewächsen nur ist er sehr kurz und in der Erde versteckt. Hinsichtlich der Structur und Textur, so wie der Art des Entstehens und Wachsens zeigt er nach DESFONTAINES [2] treffenden Bemerkungen bei den Monocotyledonen und Dicotyledonen Verschiedenheiten. Bei diesen ist er mehr zusammengesetzt als bei jenen.

1) *Organographie végétale T. 1. p. 142.*
2) *Mém. de l'Instit. nation. T. 1. p. 478.*

§. 179.

Der Stamm der eigentlichen Bäume und Sträucher besteht aus dem Holzkörper und der Rinde. Jener breitet sich im Aufsteigen in Aeste und Zweige aus, und ist aus concentrischen Lagen gebildet. Jede Lage enthält Holzfaserbündel und eine dünne Schichte von Zellengewebe. In der Achse des Stammes stellt das Zellengewebe meistens das schwammige, aus vielen häutigen und rundlichen Zellen zusammengesetzte Mark dar, welches sich entweder von der Wurzel aus ohne Unterbrechung durch den Stamm und die Aeste hinzieht, oder bei manchen Bäumen an den Jahrestrieben und Knoten durch Scheidewände in Absätze getheilt ist. An der äusseren Fläche des Markkanals, zuweilen im Marke selbst, kommen bei einigen Gewächsen vereinzelte Fasern vor [1]. Die Verrichtung des Marks, über welche die Pflanzen-Physiologen mancherlei Vermuthungen aufgestellt haben, ist noch nicht sattsam bekannt; doch scheint es vorzüglich in den jungen Gewächsen, in denen es sehr saftreich ist, eine wichtige Rolle zu spielen, und vielleicht enthält es, wie DE CANDOLLE und DU PETIT-THOUARS [2] annehmen, die Nahrungsmaterien für die Knospen und jungen Triebe. In älteren Gewächsen ist das Mark saftlos, trocken und kann ohne Nachtheil für das Leben des Gewächses zerstört werden. Von dem Marke aus verbreitet sich dichtes Zellengewebe strahlenförmig und in horizontaler Richtung zwischen den Holzbündeln gegen den äusseren Umfang und die Rinde, und bildet die Markstrahlen.

Digitized by Google

Auf das Central-Mark folgen die concentrischen, durch dichtes Zellengewebe verbundenen Holzlagen. In den zunächst auf dem Marke liegenden Schichten zeigen sich meistens eigentliche Spiralgefässe, während in den folgenden Schichten mehr punktirte Gefässe vorkommen. Die äussersten Holzlagen sind weich, zart, wenig dicht und meistens weisslich. Sie stellen den Splint *(Alburnum)* dar, der allmählich zu Holz erhärtet. In jedem Jahr bildet sich eine neue Lage von Splint, wodurch die am Holze sichtbaren Schichten, die Jahresringe, entstehen; aus deren Zahl man das Alter und aus deren Dicke man das Gedeihen der Bäume in verschiedenen Jahren entnehmen kann.

1) Hedwig führt sie als *Vasa fibrosa* auf; De Candolle nennt sie *fibrae medullares*. Diese Markfasern, doch nicht die Zellen des Markes selbst, färben sich zuweilen nach de la Baisse's Untersuchungen, wenn man junge Zweige in gefärbtes Wasser setzt.

2) *Essais sur la végétation. T.* 1. *p.* 32.

§. 180.

Die Rinde, der Rindenkörper, die äussere Bedeckung oder Hülle der Bäume und Sträucher darstellend, besteht aus der meist grünen und saftreichen Rinden-Substanz und der erhärteten Oberhaut. Jene ist aus mehreren Lagen zusammengesetzt, von denen jede wieder eine innere faserige und eine äussere zellige Schicht zeigt. Durch sie verbreiten sich Markstrahlen, denen des Holzkörpers ähnlich, nur weniger deutlich hervortretend. Mit jedem Jahr entsteht an der inneren Fläche der Rinde eine neue Lage. Diese Anfangs zarten und weichen Lagen nennt man den Bast *(Liber)*. In den inneren grünen und saftreichen Lagen der Rinden-Substanz scheinen sich die eigentlichen Ernährungs-Gefässe zu befinden, welche den in den Blättern, unter dem Einflusse der Luft und des Lichts, aus dem rohen Nahrungssaft bereiteten Bildungssaft enthalten, und diesen im Körper des Gewächses verbreiten, wie Schultz dargethan hat. Häufig endlich kommen in den Rindenlagen besondere, mit verschiedenartigen abgesonderten Säften gefüllte grössere Räume vor, die Saftbehälter. Das auf der äusseren Rindenlage befindliche, aus rundlichen Zellchen bestehende, der Luft und dem Lichte ausgesetzte, Zellen-

Digitized by Google

gewebe, erhärtet und verdichtet sich zur verschieden gefärbten Oberhaut. Eine solche ist jedoch nur deutlich an jungen Stämmen und den zarten grünen Schösslingen der Bäume und Sträucher zu erkennen, wie L. C. Treviranus [1] gezeigt hat. An den älteren Gewächsen nehmen die äusseren Rindenlagen allmählig eine dunkele Farbe an, sie vertrocknen, bersten, bekommen Risse, sterben ab und trennen sich vom Stamme; so wie sie für denselben bei seinem Wachsthume zu enge und durch die in der Tiefe sich bildenden neuen Rindenlagen verdrängt werden.

1) Ueber die Oberhaut der Gewächse; in Vermischten Schriften anatomischen und physiologischen Inhalts B. 4. S. 1.

§. 181.

Der Zweige, Blätter und Blüthen tragende Stengel der einjährigen und perennirenden krautartigen Gewächse, der in demselben Jahr entsteht und bei jenen gänzlich, bei diesen bis auf den Hals der Wurzel, wieder abstirbt, ist gleichfalls aus einem Holz- und Rinden-System gebildet. Die im Inneren liegenden Bündel von Holz oder Pflanzen-Fasern, meistens Mark oder einen mit Luft gefüllten Markkanal in sich einschliessend, enthalten die vom Wurzelstocke aufsteigenden Spiralgefässe. Die Holzbündel sind durch Zellengewebe zusammengefügt, in denen sich Intercellular-Gänge befinden. In der gewöhnlich grünen und saftreichen Rinde, aus Fasern von verschiedener Beschaffenheit und Zellengewebe bestehend, welches äusserlich von der Oberhaut bedeckt ist, finden sich die von den Blättern kommenden Ernährungs-Gefässe. Der grüne und fleischige, mit der Blatt-Substanz überzogene Stengel der Kactus und Stapelien vertritt zugleich die Stelle der Blätter und ist mit Spaltöffnungen versehen.

§. 182.

Der Stamm oder Stengel der Monocotyledonen, welcher in den Familien Verschiedenheiten darbietet, unterscheidet sich im Allgemeinen dadurch von dem der Dicotyledonen, dass er mehr eine gleichförmige Masse darstellt und niemals aus einem gesonderten Holz- und Rinden-Körper besteht, die in entgegengesetzten Richtungen wachsen und an

Digitized by Google

Masse zunehmen. Er enthält ferner keine Markstrahlen. Seine älteren Fasern liegen nach aussen, während sich die jüngeren im Inneren befinden. Der Stamm der Palmen zeigt im Querdurchschnitt blosse zerstreute, durch Zellengewebe verbundene Längenfaser-Bündel, von denen die äusseren dicht und hart, die inneren dagegen weich und dem Splinte ähnlich sind. Jedes Faserbündel enthält Spiral- und punktirte Gefässe, die durch Zellengewebe verbunden sind. Der Halm *(Culmus)* der Gräser zeichnet sich durch mehr oder weniger zahlreiche und verschieden lange Absätze aus, die durch knotige Anschwellungen verbunden sind, und aus denen die scheidenartigen Blätter hervorwachsen. Die Internodien bestehen aus senkrecht und parallel laufenden Fasern, welche im Inneren ein lockeres Zellengewebe einschliessen. In den Knoten sind die Fasern dicht und sie verflechten sich in horizontaler Richtung, so dass der mit Zellengewebe gefüllte Kanal durch Scheidewände unterbrochen wird u. s. w.

§. 183.

Der Stiel der Zellengewächse, wo er vorkommt, wie der Stengel der Moose *(Surculus)*, einiger Flechten *(Thallus, Podetium)*, und der Strunk mancher Pilze *(Thallus, Peridium, Cormus)* besteht aus einem gleichförmigen Zellengewebe, ohne sonstige Gewebe und ohne Rinde. In dem Zellengewebe finden sich oft verlängerte Zellen oder schlauchartige Höhlen. Bei den meisten Lebermoosen *(Marchantia, Riccia)* erblickt man nur eine blätterförmige Scheibe *(Frons)* die zugleich die Stelle des Stengels und der Blätter vertritt, und aus blossen rundlichen oder verlängerten Zellen zusammengesetzt ist. Die Wasseralgen stellen eine Vereinigung feiner Schläuche dar. Bei allen diesen Gewächsen findet sich keine eigentliche Oberhaut, nur bei den Moosen fängt sie an sich zu entwickeln [1]. In den Zellengewächsen gelangen die von den Wurzeln und den an der Basis des Strunks befindlichen haarförmigen Verlängerungen, oder die auf ihrer Oberfläche eingesaugten Flüssigkeiten in ihr Zellengewebe, und steigen in den schlauchartigen Räumen auf. Das Aufsteigen gefärbter Flüssigkeiten durch den Stiel sieht man oft sehr deutlich an den Pilzen. Auch an den Ulven, Tangen, Flechten und Moosen nimmt man dieselbe Erschei-

Digitized by Google

nung wahr. Im Zellengewebe erfolgt die Verähnlichung des Safts und dessen Umwandlung in ihre Substanz.

1) L. C. Treviranus Von der Oberhaut der kryptogamischen Gewächse; in den Vermischten Schriften B. 4. S. 54.

§. 184.

In den Gefäss-Pflanzen wird die von den Wurzeln eingesaugte Flüssigkeit durch den Stengel oder Stamm, die Aeste und Zweige zu den Blättern fortgeleitet. Hierfür spricht, dass der Saft, wenn man im Frühling an Bäumen oder Sträuchern bis zum Holze dringende Einschnitte in verschiedener Höhe macht, zuerst aus den unteren und dann aus den oberen ausfliesst. Du Hamel und Bonnet sahen ferner bei ihren Versuchen mit gefärbten Flüssigkeiten, die sie an die Wurzeln brachten, dass dieselben allmählich von unten nach oben erschienen. Welche Gebilde aber der Fortleitung des Safts vorstehen, das ist ein Gegenstand des Streites unter den Pflanzen-Physiologen. Einige haben angenommen, der rohe Pflanzensaft werde durch den Holzkörper fortgeleitet; andere meinten der Bast enthalte die Saftgänge; und noch andere haben die Behauptung aufgestellt, der Saft steige im Marke, Holze, Splinte und Bast zugleich auf. Erstere Ansicht, dass der Saft in dem Holzkörper der Bäume und Sträucher, so wie in den Holzbündeln der Kräuter und Gräser aufsteige, gewinnt immer mehr an Wahrscheinlichkeit, und dafür lassen sich folgende Gründe anführen:

1) Ist es durch die Versuche Coulomb's [1], Knight's [2], Wahlenberg's [3], Walker's [4] u. a. erwiesen, dass das Holz und die Holzbündel, so wie der Splint im Frühjahr sehr viel Saft enthalten, der nach und nach von den Wurzeln aus durch den Stamm, in die Aeste, Zweige und Blätter gelangt.

2) Haben die Versuche Magnol's [5], de la Baisse's [6], du Hamel's [7], Bonnet's [8], Reichel's [9], Comparetti's [10], Knight's, Cotta's [11] u. a. mit gefärbten Flüssigkeiten, die sie an die Wurzeln oder an abgeschnittene Zweige brachten, gelehrt, dass dieselben sich im Holze verbreiten, und selbst oft in die Adern der Blätter und Blüthen gelangen.

Digitized by Google

3) Ist sattsam dargethan, dass Bäume selbst dann noch Blätter treiben, wenn ihre Rinde und der Bast bis zum Holze ringförmig durchschnitten sind.

Da das Holz der Bäume und die Holzbündel der Kräuter vorzüglich aus Spiralgefässen bestehen, die sich von dem Wurzelstocke aus durch den Stamm, die Aeste und Zweige bis in die Blätter fortsetzen, und wahrscheinlich in einer ununterbrochenen Continuität stehen, und diese Gefässe vorzüglich bei den Versuchen mit gefärbten Flüssigkeiten die Farbstoffe enthielten; so ist es sehr wahrscheinlich, dass der rohe Pflanzensaft in ihnen aufsteigt, wie Rajus, de la Baisse, du Hamel, Bonnet, Reichel, Schwagermann, Knight, Link, G. R. Treviranus[12], Dutrochet[13], Schultz[14] u. a. angenommen haben. Kieser, Amici[15], de Candolle[16] u. a. lassen dagegen den rohen Pflanzensaft in den Intercellulargängen aufsteigen, und nehmen an, dass das Zellengewebe, welches die Eigenschaft habe, sich mit Flüssigkeiten zu tränken, den Saft fortleite.

1) *Expériences relatives à la circulation de la seve dans les arbres; in Mém. de l'Inst. Nat. des Sc. T.* 2. *p.* 246. Rozier *Journal de Physique. T.* 49. *p.* 392.

2) *Philosophical Transact.* 1801. *p.* 336. 1808. *P.* 2. *p.* 313.

3) Magazin der naturf. Gesellsch. in Berlin Jahrg. 6. Quart. 1. S. 25.

4) *Transact. of the Royal Society of Edinburgh. V.* 1. *p.* 3.

5) *Mém. de l'Acad. de Paris.* 1709. *p.* 105.

6) *Sur la circulation de la seve des plantes. Bordeaux* 1733 8.

7) *Physique des arbres T.* 2. *p.* 286.

8) *Recherches sur l'usage des feuilles p.* 112.

9) *De vasis plantarum spiralibus. Lipsiae* 1758.

10) *Prodromo p.* 60.

11) Natur-Beobachtungen über die Bewegung und Function des Safts in den Gewächsen. Weimar 1806. 4.

12) Biologie B. 4. S. 20. Ueber die Gefässe und den Bildungssaft der Pflanzen; in vermischten Schriften B. 1. S. 145.

13) *Recherches sur la structure végétale. Paris* 1824.

14) Die Natur der lebendigen Pflanze Th. 1. S. 483.

15) *Osservazioni microscopiche.*

16) *Organographie végétale T.* 1. *p.* 28.

§. 185.

Der besonders reichlich im Frühling, spärlicher während des Sommers, von den Wurzeln aufsteigende rohe

Digitized by Google

Pflanzensaft, die Lymphe, wie sie DU HAMEL genannt hat, ist bisher nur meist aus Bäumen aufgefangen worden, deren Stamm man anbohrte. Der Saft der Birke, der Buche, des Ahorns, der Ulme, des Weinstocks u. a. ist nach HALES [1], DEYEUX's [2], VAUQUELIN's [3], PROUST's [4] und SCHERER's [5] Untersuchungen eine farblose und wasserhelle Flüssigkeit, die sich etwas schwerer als Wasser zeigt. Sie hat einen süsslichen, die Zunge kitzelnden Geschmack. Immer enthält sie eine Säure, nicht selten frei, und zwar Kohlensäure oder Essigsäure. Erstere entweicht nach COULOMB's [6] Beobachtungen oft schon bei dem Ausfliessen aus dem verletzten Baume in Form von Luftbläschen. Meist sind die Säuren mit Kalk und Kali verbunden. Ferner findet man in dem Safte verschiedene vegetabilische Materien, Zucker und Schleim. Der Zuckergehalt des Safts des Ahorns *(Acer saccharinum)* beträgt gegen fünf Procent seines Gewichts. Auch kommt zuweilen Eyweiss und eine dem Kleber ähnliche Materie im rohen Pflanzensaft vor. Organische Formbestandtheile, Kügelchen, scheinen in ihm noch nicht vorhanden zu seyn; wenigstens haben sie G. R. TREVIRANUS [7] und SCHULTZ [8] nicht wahrgenommen, nur in dem aus einer beträchtlichen Höhe des Stammes gesammelten Safte will letzterer Spuren bemerkt haben. Der aufgefangene Pflanzensaft geht bei der Einwirkung der atmosphärischen Luft in Gährung über. Es entbindet sich kohlensaures Gas, die Mischung trübt sich, es fallen weissliche Flocken nieder und die Flüssigkeit wird sauer. Enthält der Saft viel Zucker, so tritt weinige Gährung ein. Nicht bloss die Bäume, sondern auch andere Pflanzen enthalten während des Frühlings in ihren holzigen Fasern eine süssliche Flüssigkeit. Unter den Monocotyledonen findet sich ein solcher Saft sehr reichlich in den Palmen. Der rohe Pflanzensaft der Kräuter ist noch nicht im reinen Zustande untersucht worden. Aus den Analysen der durch Auspressung erhaltenen Säfte verschiedener Pflanzen lassen sich keine sicheren Folgerungen ziehen, weil diese zugleich mit Säften anderer Art vermischt sind.

1) *Statique des plantes.*

2) *Mém. sur la seve des plantes et principalement sur celle de la vigne et du charme, avec une analyse de ce fluide; in Mém. pre-*

Digitized by Google

sentés a l'Institut T. 1. *p.* 83. Er untersuchte den Saft der Hainbuche *(Carpinus betulus).*

3) *Expériences sur les seves des végétaux. Paris An.* 7. (1799.) 8. *Annal. de chimie T.* 31. *p.* 20. Er untersuchte den Saft des *Ulmus campestris, Fagus sylvestris, Carpinus sylvestris, Betula alba.*

4) *Annals of philosophy. T.* 1. *p.* 109. Er analysirte den Saft des Weinstocks.

5) Schweigger's Journal B. 4. S. 362. Enthält die Analyse des Safts von *Acer campestre.*

6) *Journal de physique T.* 49. *p.* 392.

7) Vermischte Schriften B. 1. S. 155.

8) Natur der lebenden Pflanze B. 1. S. 466.

§. 186.

Die von den Wurzeln aufzusaugenden rohen Nahrungs-Materien scheinen schon durch den Zusatz einer aus den Wurzelfasern abgesonderten Flüssigkeit einen gewissen Grad der Verähnlichung zu erfahren. Für die Absonderung aus den Wurzelfasern von Hyacinthen, Tulpen und anderen Zwiebeln, die sich im Wasser befinden, spricht, dass sich um dieselbe eine schleim- oder eyweiss-artige Flüssigkeit zeigt, die von du Hamel, Bonnet, Senebier u. a. beobachtet worden ist. Die von den Wurzeln eines Gewächses in die Erde ergossene Flüssigkeit scheint selbst oft für das Gedeihen eines andern Gewächses nachtheilig zu seyn, wofür Brugmans [1], Mirbel [2] u. a. Beobachtungen angeführt haben.

Der Pflanzensaft wird ferner im Aufsteigen durch den Stamm immer mehr verähnlicht. Nach Knight's [3] und Wahlenberg's [4] Untersuchungen nimmt sein spezifisches Gewicht um so mehr zu, je höher er steigt. Zugleich enthält er mehr Zucker-Schleim. Der Saft des Ahorns aus dem oberen Theile des Stamms aufgefangen ist reicher an Zucker als der aus dem untern Theile entnommene. Wie aber diese Verähnlichung zu Stande gebracht wird, und wie die mit dem Wasser durch die Wurzeln eingesaugten Materien allmählich die Eigenschaften des Zuckers, Schleims, Eyweisses und einer stickstoffhaltigen, dem Kleber ähnlichen Materie, annehmen, darüber ist noch Dunkelheit verbreitet. Wahrscheinlich ist die von Knight aufgestellte Meinung, dass die perennirenden Gewächse einmal zu ihrer Ausbildung ge-

Digitized by Google

langt, am Ende des Sommers die überschüssigen Nahrungsmaterien in den Splint und die Wurzeln absetzen, und dass sie hier bis zum nächsten Frühling aufbewahrt werden, um sich mit dem neu aufsteigenden rohen Pflanzensaft zu verbinden und durch ihren Zusatz dessen Verähnlichung zu bewirken. Die nicht perennirenden aus Saamen, Zwiebeln oder Knollen sich bildenden Gewächse enthalten schon in diesen eine zur Entwickelung und Bildung nöthige Menge, von den älteren Pflanzen dem Keime mitgegebener Nahrungsmaterie. Bei beiden Gruppen von Gewächsen endlich scheint ein Theil des durch das Athmen bereiteten Bildungssafts aus den Nahrungsgefässen direct dem rohen Pflanzensafte zugesetzt zu werden, wodurch derselbe verähnlicht wird. Ohne einen solchen Zusatz ist nicht wohl einzusehen, wie dessen Verähnlichung im Aufsteigen von den Wurzeln zu den Aesten und Zweigen bewirkt wird.

1) *Coulon Diss. de mutata humorum indole a vi vitali derivanda p.* 77.

2) *Phys. végét. T.* 1. *p.* 148.

3) *Philos. Transact.* 1803. *P.* 1. *p.* 90. 1805. *P.* 2.

4) *De sedibus materiarum immediatarum in plantis. Upsal.* 1806. 1807.

II. *Verähnlichung in den ersten Nahrungswegen der Thiere.*

§. 187.

Die Nahrungsmittel der Thiere, obgleich mehr zusammengesetzt und ihrer Mischung ähnlicher, als dies mit den Nahrungsmitteln der Gewächse der Fall ist, gehen gleichfalls nicht unmittelbar in die Masse und Bildung der festen Theile über. Auch sie müssen zuvor gewisse Veränderungen erfahren, bevor sie hierzu geeignet sind. Hinsichtlich dieser Veränderungen nehmen wir bei den verschiedenen Thieren nach dem Grade ihrer organischen Zusammensetzung und nach der Summe und Energie der von ihnen ausgeübten Thätigkeits-Aeusserungen Abstufungen wahr. In den einfachsten, aus einer gleichartigen Substanz, aus blossem Schleimstoff, bestehenden Thieren, den meisten Infusorien, scheint die Aufnahme von flüssigen Nahrungsmaterien nur

Digitized by Google

auf ihrer Oberfläche durch Einsaugung zu geschehen. Die in ihre Substanz gelangten Nahrungsmaterien werden wohl in derselben sogleich assimilirt und zu ihrer Ernährung verwendet; indem keine besondern Räume und Gebilde nachgewiesen sind, welche die Assimilation bewirken können. Bei den übrigen Thieren findet sich eine besondere Höhle, der Nahrungsschlauch oder Darmkanal, in dem die aufgenommenen Nahrungsmittel verähnlicht werden. Ein solcher Nahrungs-Behälter, den schon Aristoteles als charakteristisch für die Thiere ansah, geht den Pflanzen gänzlich ab.

§. 188.

Der Nahrungs-Schlauch, und die mit demselben in Verbindung stehenden Organe werden der Verdauungs-Apparat genannt. Dieser bietet in den verschiedenen Gruppen von Thieren hinsichtlich seiner Anordnung, seines Baues und der Zahl der in seine Zusammensetzung eingehenden Werkzeuge eine bewunderungswürdige Mannigfaltigkeit dar. Wir nehmen im Allgemeinen wahr, dass er von seinem ersten Erscheinen in einigen Infusorien und den Polypen, durch die Classe der Medusen, Eingeweidewürmer, Strahlthiere, Ringwürmer, Mollusken, Insekten, Arachniden, Crustaceen, Fische, Amphibien, bis zu den warmblütigen Thieren, den Vögeln und Säugethieren, um so verwickelter, aus mehreren verschiedenartigen Theilen zusammengesetzt und ausgebildeter erscheint, je mehr ihre Organisation überhaupt eine grössere Combination darbietet, je mannigfaltiger und intensiver ihre Kraft-Aeusserungen sind, und in um so kürzeren Zeiträumen sie durch den Nahrungstrieb genöthigt werden Alimentar-Materien aufzunehmen. Unverkennbar steht die Zusammensetzung der Verdauungs-Werkzeuge in naher Beziehung mit der Entfaltung des Nervensystems, der Zahl der Sinnes-Organe und der Ausbildung der Bewegungs-Werkzeuge. Durch die Thätigkeits-Aeusserungen dieser wird vorzüglich der mit dem Leben verbundene Consumtions-Process und der Wechsel ihres materiellen Substrats beschleunigt. Je mehr daher in einem Thier verschiedenartige und intensivere animale Lebens-Aeusserungen vorkommen, um so mehr bedurfte es einer grösseren Ausbildung und intensiveren Wirkung der Ver-

Digitized by Google

dauungs-Werkzeuge, damit neuer Stoff zubereitet werde, woraus sich die Organe des animalen Lebens erhalten können und wodurch sie fortdauernd zu ihren Kraft-Aeusserungen befähigt bleiben.

Ausserdem bemerken wir, dass die Zusammensetzung des Verdauungs-Apparates bei den verschiedenen Thieren in einem genauen Verhältniss steht mit der Beschaffenheit der Nahrungsmittel selbst, zu deren Aufnahme sie durch den Instinkt angetrieben werden. Thiere, welche sich von Flüssigkeiten nähren, haben einen weniger zusammengesetzten Verdauungs-Apparat, als solche, welche feste Nahrungsmittel aufnehmen. Um so cohärenter und fremdartiger die Nahrungsmittel den thierischen Körpern sind, um so mehr zeigen sich die Verdauungs-Werkzeuge combinirt. Je weicher und ähnlicher dagegen die Nahrungsmittel in ihrer Mischung dem thierischen Körper sind, um so einfacher ist der Bau der Assimilations-Werkzeuge. Daher zeigen sich dieselben zusammengesetzter bei den von Gewächsen sich nährenden Thieren, besonders denen, welche rohe Kräuter geniessen, als bei denen, welche thierische Nahrungsmittel aufnehmen.

Bei Erwägung obiger Verhältnisse lässt sich also im Voraus bestimmen, ob einem Thiere ein einfacherer oder zusammengesetzterer Verdauungs-Apparat eigen ist.

§. 189.

Der Nahrungsschlauch der einfachsten, aus einer gleichförmigen, gallertartigen Substanz bestehenden Thiere stellt eine blosse, in der Masse des Thiers enthaltene, nicht von besonderen Häuten gebildete und abgegränzte Höhle dar, zu der eine Oeffnung, der Mund, führt. Eine solche Höhle findet sich schon bei einigen Infusorien. Nitzsch [1] nahm an Cercarien eine Saugmündung wahr, die in ein gabelförmiges Gefäss überging, welches sich in der Substanz ihres Körpers verlor. In den Räderthieren ist nach Spallanzani's [2] und Dutrochet's [3] Beobachtungen eine ausdehnbare und contractile Mund-Oeffnung vorhanden, die zu einem magenähnlichen Sack führt, in den sie Infusorien aufnehmen. In den Polypen, sowohl denen des süssen Wassers,

Digitized by Google

den Hydren, als denen des Meers, welche die Korallen bilden, ist gleichfalls nur eine sackartige Magenhöhle mit einer Oeffnung vorhanden, durch welche sie andere mittelst der Fangarme ergriffene kleine Wasserthiere einbringen, und aus der die unverdaulichen Speisereste ausgeworfen werden, die folglich Mund und After zugleich ist. Bei den auf einem gemeinschaftlichen und festsitzenden Korallenstock lebenden Polypen, so wie bei den Seefedern, führt meistens von der Magenhöhle durch den Stiel jedes Polypen ein feiner Kanal zu ihrer Verbindungsmasse, so dass die Nahrung der einzelnen Polypen dem ganzen Stamme zu gut kommt [4]. Die Medusen bieten hinsichtlich der Verdauungs-Werkzeuge Verschiedenheiten dar. Bei einer Abtheilung, welche Peron [5] magenlose *(Medusae agastricae, Eudora, Berenice)* nennt, sind nur Sauggefässe vorhanden, die sich von dem mittleren Theile der unteren Fläche der Thiere strahlenartig in ihre Substanz verbreiten. Bei anderen dagegen zeigt sich in der Mitte eine geräumige Magenhöhle, zu der entweder mehrere Saugröhren führen, wie bei den Rhizostomen Cuvier's, oder zu dem nur eine grosse, oft in eine Röhre verlängerte Mundöffnung gelangt, wie bei den eigentlichen Medusen. Der Magen bildet zuweilen seitliche Erweiterungen oder blinde Anhänge, wie in den Cyaneen Cuvier's, und von ihm oder seinen Anhängen gehen Gefässe aus, die sich gegen den Umfang oder die Scheibe der Thiere ästig vertheilen und den Nahrungssaft wegleiten. Die Actinien *(Actinia, Zoanthes Cuv., Lucernaria Müll.)* haben eine grosse Magenhöhle, zu der eine weite Mundöffnung führt, durch die sie verschiedenartige Seethiere, Krebse, Mollusken und kleine Fische aufnehmen, deren weiche Theile schnell aufgelöst, während die unverdaulichen durch dieselbe Oeffnung ausgeworfen werden. Unter den Strahlthieren zeigt sich eine ähnliche Anordnung bei den Seesternen, in denen ebenfalls nur eine weite, in der Mitte der unteren Fläche der Thiere vorkommende Mundöffnung zu einem grossen Sack gelangt, von dem ästige und blind sich endigende Anhänge in die Strahlen treten. Auch sie ergreifen mittelst ihrer Tentakeln und des oft nach aussen umgestülpten Magens ähnliche Seethiere wie die Actinien, die sie schnell verdauen, und deren in dem Verdau-

Digitized by Google

ungesaft nicht lösliche Reste durch den Mund ausgestossen werden.

1) Beiträge zur Infusorien-Kunde oder Naturgeschichte der Cercarien und Bacillarien. Halle 1817. S. 8.

2) *Opuscules de physique T. 1. p 214.*

3) *Sur les rotifères (Furcularia et Tubularia Lam.)* in den *Annales du muséum d'hist. natur. T. 19. p. 355.* Dass von dieser Höhle ein kurzer Darmkanal ausgehe und sich mit einer besonderen Afteröffnung endige, ist jedoch sehr zu bezweifeln.

4) Cavolini a. a. O. S. 56. 91. sah diese Kanäle bei Sertularien mit einer milchigen Flüssigkeit gefüllt, worin sich Körnchen fanden, die in Bewegung begriffen waren.

5) *Annales du muséum T. 14. p. 325.*

§. 190.

Höchst verschieden erscheint die Anordnung der Verdauungs-Werkzeuge der Eingeweidewürmer, die hinsichtlich des Grads der organischen Zusammensetzung so viele verschiedenartige Formen darbieten. Die zur Aufnahme der Nahrungsmittel bestimmte Höhle zeigt entweder eine gefässartige Anordnung, oder sie ist ein wahrer Schlauch. Der gefässartige Darmkanal geht von Saugmündungen oder Saugwarzen aus, und besteht aus einfachen, der Länge nach durch den Körper sich hinziehenden Kanälen, wie bei den Blasenwürmern *(Echinococcus, Coenurus, Cysticercus)*; oder die von den vier Saugwarzen entspringenden vier feinen Kanäle vereinigen sich paarweise zu zwei Röhren, wie bei den Bandwürmern, und verlaufen durch alle Glieder, in denen sie meistens durch einen Querkanal verknüpft sind; oder die Gefässe vertheilen sich von Saugmündungen aus ästig im Körper und anastomosiren vielfach, wie in den Saugwürmern *(Polystoma, Tristoma, Distoma, Amphistoma)*. Einen schlauchartigen Darmkanal haben die Rundwürmer; entweder nur mit einer Oeffnung versehen, wie bei den Filarien; oder es ist eine besondere Mund- und After-Oeffnung vorhanden, wie bei den Gattungen *Ascaris, Oxyuris, Cucullanus* u. a.

§. 191.

In den übrigen, eine zusammengesetztere Organisation zeigenden Thieren, den Holothurien und Seeigeln unter den Strahlthieren, den Ringwürmern, Mollusken, Insekten,

Digitized by Google

Spinnen, Krebsen, Fischen, Amphibien, Vögeln und Säugethieren stellt die Nahrungshöhle einen mehr oder weniger langen, von verschiedenartigen, schichtenweise gelagerten Häuten, gebildeten Schlauch, den Darmkanal, dar. Zu demselben führt eine am vorderen Ende des Thiers, am Kopfe, befindliche Oeffnung, der Mund, und er endigt sich mit einer anderen, meistens am entgegengesetzten Ende des Körpers liegenden Oeffnung, dem After, durch welche die unverdaulichen Speisereste, mit ausgesonderten Säften vermischt, ausgeworfen werden. Die Grundlage des Darmkanals besteht aus einer von Gefässen und Nerven durchzogenen Zellhaut, welche an ihrer inneren Fläche von einer Schleim absondernden Haut überzogen ist. Aeusserlich wird die Zellhaut von einer aus Längen- und Zirkel-Fasern gebildeten Muskelhaut bedeckt. Ferner ist der grösste Theil des Darmkanals noch von einer serösen Haut umhüllt. Die Schleimhaut des Nahrungsschlauchs, die oft vorspringende Falten und Klappen darstellt, wodurch die aufgenommenen Nahrungsmittel in verschiedenen Abtheilungen und erweiterten Stellen eine Zeit lang zurückgehalten werden, sondert in Folge der Reizung, welche die Alimentarstoffe ausüben, Flüssigkeiten ab, die auflösend und verähnlichend einwirken. Auf dieser Haut erfolgt ferner die Einsaugung der flüssig gewordenen Nahrungsmaterien. Die durch die Nahrungsmittel zur Kontraction gereizte Muskelhaut bewegt dieselben durch den Darmkanal. Die seröse Haut endlich, welche den in einer besondern Höhle des Körpers, der Bauchhöhle, gelagerten Nahrungsschlauch einschliesst und Bauchfell genannt wird, tritt in Form von Platten und Falten, den Gekrösen und Netzen, zu jenen und ist mit der äusseren Fläche der Muskelhaut verbunden. Eines Theils giebt das Bauchfell das Befestigungsmittel für den Darmkanal ab; anderen Theils befördert es durch eine abgesonderte Flüssigkeit, den Bauchfellsaft, die automatisch erfolgende wurmartige Bewegung desselben.

Die Schleim- und Muskel-Haut bieten in ihrer Anordnung bei den verschiedenen Thieren die grösste Mannigfaltigkeit dar, und sie begründen vorzuglich die Verschiedenheiten des Nahrungsschlauchs, wie die vergleichende Anatomie lehrt. Durch sie werden vorspringende Klappen

Digitized by Google

und Einschnürungen hervorgebracht, welche den Darmkanal in Abtheilungen, in Magen, in engen und weiten Darm, abgränzen, in denen die Nahrungsmittel eine Zeit lang verweilen, um daselbst durch die Wirkung der abgesonderten Verdauungssäfte besondere Veränderungen zu erfahren.

§. 192.

Die allgemeinste, bei allen mit einem Nahrungsschlauche versehenen Thieren vorkommende Wirkung desselben auf die aufgenommenen Nahrungsmittel, besteht in Absonderung von Flüssigkeiten, wozu die innere Fläche des Darmkanals durch die von diesen ausgeübte Reizung bestimmt wird. Diese Säfte wirken zunächst verflüssigend und auflösend auf die Alimente; und zugleich werden sie durch deren Zusatz verähnlicht. Wir nehmen an allen Thieren, von den Polypen bis zu den Säugethieren, wahr, dass die Nahrungsmittel von einiger Consistenz beim Verweilen im Nahrungsschlauch, weicher, breiartiger und endlich flüssig werden. Das Agens, wodurch die Verdauungssäfte Auflösung bewirken, besteht theils in ihrem Gehalt an Wasser, worin viele der in den Nahrungsmitteln enthaltenen einfachen organischen Verbindungen, wie das Eyweiss im nicht geronnenen Zustande, die Gallerte, der Zucker, der Pflanzenschleim und das Stärkemehl löslich sind. Theils aber ist es in Säuren begründet, namentlich der Essigsäure und Salzsäure, die in dem Magensafte der Säugethiere, Vögel, Amphibien und Fische vorhanden sind[1], und wahrscheinlich auch in den anderen Thieren vorkommen, durch welche die übrigen organischen Verbindungen, wie geronnenes Eyweiss, Faserstoff, Kässtoff, Kleber u, a. gelöst werden. Die aus jenen einfachen Verbindungen mehr oder weniger zusammengesetzten Nahrungsmittel aus dem Thier- und Gewächs-Reich werden dadurch in einen Zustand von Auflösung versetzt.

In allen Thieren, selbst in den Polypen, werden die Nahrungsmittel zugleich in Bewegung erhalten, durch die Rückwirkung, welche die contractilen Wandungen des Nahrungsschlauchs bei der in denselben durch Reizung hervorgebrachten Zusammenziehung ausüben. Die durch den Nahrungsschlauch bewegten aufgelösten Materien, werden von der innern Fläche desselben eingesaugt, während die

Digitized by Google

nicht löslichen Bestandtheile als unverdaulich, entweder wieder durch den Mund oder durch den After, ausgestossen werden.

1) Tiedemann und Gmelin Versuche über die Verdauung. Heidelberg 1826. 4.

§. 193.

In den meisten Thieren, die feste Nahrungsmittel aufnehmen, und bei denen eine Beschleunigung des Verdauungs- und Assimilations-Processes zum Behufe ihrer Erhaltung nöthig ist, hat die Natur noch verschiedenartige Werkzeuge mit dem Nahrungsschlauch in Verbindung gesetzt, durch deren Bewegungen oder abgesonderte Säfte die Bereitung des Nahrungssaftes befördert wird. Zu diesen Werkzeugen gehören die des Kauens, und verschiedenartige Drüsen, welche Säfte absondern und mittelst Kanälen in die Abtheilungen des Nahrungsschlauchs ergiessen, wie den Mundspeichel, den pankreatischen Saft und die Galle. Den Antheil derselben an dem Assimilations-Geschäft wollen wir vorläufig nur andeuten.

§. 194.

Thiere, welche feste Nahrungsmittel aufnehmen, die entweder noch organisirt oder selbst noch lebend sind, haben Werkzeuge, mittelst denen sie die Organisation und das Leben jener zerstören. Dies sind die Kauwerkzeuge, welche hinsichtlich der in ihre Zusammensetzung eingehenden Theile, deren Zahl, Form, Anordnung und Verbindung so viele Verschiedenheiten darbieten, wie kaum ein anderer Theil der thierischen Organisation. Zugleich zeigen sie bei den verschiedenen Klassen, Ordnungen, Gattungen und Arten so bestimmt hervortretende und beständige Eigenthümlichkeiten, dass sie von den Zoologen als charakteristische Merkmale bei der Eintheilung der Thiere benutzt worden sind. Kauwerkzeuge finden sich bei den Säugethieren, Vögeln, Amphibien, Fischen, Krebsen, vielen Insekten, namentlich den Käfern und Orthopteren, unter den Mollusken bei den Cephalopoden und mehreren Gasteropoden, unter den Würmern bei den Nereïden, und selbst noch unter den Strahlthieren bei den Seeigeln. Sie beste-

Digitized by Google

hen in beweglich an dem Schädel eingelenkten Knochen, oder in kalk- oder horn-artigen Schalen-Stücken, Kiefer und Kinnladen genannt, an die sich Muskeln befestigen, durch welche sie in verschiedenen Richtungen bewegt werden können. Bei den Säugethieren, Amphibien und Fischen, mit sehr wenigen Ausnahmen, sind die Kiefer mit eigenen harten Gebilden, den Zähnen, besetzt. Dieselben zeigen sich höchst verschieden nach der Beschaffenheit der von den Thieren aufgenommenen Nahrungsmitteln. Die Zähne der fleischfressenden Thiere sind grösstentheils zugespitzt, scharf, eckig oder hakenförmig, um damit Thiere ergreifen und würgen zu können. Kräuterfressende Thiere dagegen haben mehr flache Zähne, wodurch die Nahrungsmittel zermalmet und zerrieben werden. Statt der Zähne sind die Kiefer der Vögel und Schildkröten mit einem hornartigen Ueberzug, dem Schnabel, bedeckt. Die Bewegungen der Kiefer sind ebenfalls verschieden; bei den Säugethieren, Vögeln, Amphibien, Fischen, Sepien und mehreren Gasteropoden findet die Bewegung in senkrechter Richtung statt; bei den Krebsen und Insekten dagegen erfolgt sie in wagerechter Richtung. Unter den Säugethieren werden die Nahrungsmittel bei den Raubthieren durch die von unten nach oben erfolgende Bewegung des Unterkiefers zerschnitten und zerdrückt. Bei Thieren, die ihre Speisen mittelst langer meisselförmiger Schneidezähne durch Benagen verkleinern, wird der Unterkiefer von hinten nach vorn und in entgegengesetzter Richtung bewegt. Die von Kräutern und sehr cohärenten Substanzen lebenden wiederkauenden Thiere bewegen den Unterkiefer mehr seitlich, wobei die Nahrungsmittel zerrieben und zermalmet werden. Bei den von verschiedenartigen Substanzen sich nährenden Affen und mehreren schweinsartigen Thieren zeigen sich Bewegungen des Unterkiefers in mehreren Richtungen.

§. 195.

Durch die willkührlich ausgeübten Bewegungen der Kauwerkzeuge wird den Nahrungsmitteln, falls sie noch lebend und organisirt sind, das Leben geraubt, und es wird ihr organisches Gefüge mehr oder weniger zerstört, wodurch sie sonst den auflösend wirkenden Verdauungssäften

Digitized by Google

Widerstand leisten würden. Durch die Zerstückung der Nahrungsmittel werden sie zugleich geschickt gemacht, mittelst der Schling-Bewegungen in den Nahrungsschlauch eingebracht zu werden. Die in kleinere Massen zertheilten Nahrungsmittel endlich können leichter von den auflösenden Nahrungsmitteln durchdrungen und verflüssigt werden.

Durch die Ausübung solcher Bewegungen unterscheiden sich jene Thiere wesentlich von den Gewächsen, welche sich nur von aufgelössten und mehr oder weniger zersetzten organischen Verbindungen mittelst Einsaugung nähren. Da die Pflanzen niemals lebende Körper als Nahrungsmittel aufnehmen, so haben sie bei ihrem Assimilations-Process keine lebende Kraft und kein organisches Gefüge zu überwinden; nur die den flüssigen Nahrungsmitteln inhärirenden Verwandtschaften müssen durch diesen Process geändert werden. Die von thierischen und vegetabilischen Substanzen sich nährenden Thiere dagegen haben zunächst den Widerstand des Lebens und der Organisation der festen Theile zu beseitigen, um dann erst auf die Verwandtschaft der organischen Materien durch die Verdauungssäfte verändernd einwirken zu können. Der Assimilations-Process der Thiere ist also in dieser Hinsicht zusammengesetzter als der der Gewächse.

§. 196.

Bemerkenswerth ist es ferner, dass manche Thiere, die ihre Nahrungsmittel nicht durch Kauwerkzeuge zerstücken und in eine breiartige Masse verwandeln, im Nahrungsschlauch selbst noch mit Werkzeugen versehen sind, durch welche eine Zertheilung derselben bewirkt wird, um den auflösenden Verdauungssäften den Zugang zu verschaffen. So zeigt sich bei den von Insekten lebenden zahnlosen Schuppenthieren *(Manis)* ein sehr muskulöser Magen, durch dessen kräftige Zusammenziehung die Nahrung zermalmt wird. Die von Kräutern, Samenkörnern und Insekten lebenden Vögel sind mit einem starken Muskelmagen ausgerüstet, dessen innere Fläche callös ist, und zerreibend auf die Nahrungsmittel wirkt; zu welchem Behufe sie noch Steinchen verschlucken. Ein ähnlicher Magen kommt bei den Krokodilen vor. Unter den Mollusken zeigt sich ein solcher

Digitized by Google

bei Onchidien, und unter den Ringwürmern bei Aphroditen. Endlich ist der Magen bei manchen Thieren mit harten kalk- oder hornartigen Schalen, oder Zähnen, besetzt, durch welche die Nahrungsmittel zerstückt werden, wie bei den Krebsen, unter den Insekten bei den Schaben *(Blatta)*, den Wasserkäfern *(Dytiscus)*, dem Ohrwurm *(Forficula)*, den Heuschrecken u. a., unter den Mollusken bei den Blasenschnecken *(Bulla)*, den Aplysien und unter den Ringwürmern bei den Nereïden.

§. 197.

Von der grössten Wichtigkeit für das Assimilations-Geschäft endlich sind verschiedenartige Säfte, wie der Speichel, der pankreatische Saft und die Galle, die aus der Nahrungsflüssigkeit der Thiere in besondern Werkzeugen abgesondert, und an verschiedenen Stellen des Darmkanals den aufgenommenen Nahrungsmitteln zugesetzt werden.

Was zuvörderst den Speichel anlangt, so wird dieses Fluidum bei vielen Thieren den in die Mundhöhle aufgenommenen Nahrungsmitteln beigemischt. Speichel absondernde Drüsen finden sich bei allen Säugethieren (wahrscheinlich selbst die Cetaceen nicht ausgenommen), Vögeln und Amphibien, unter den letzteren vorzüglich gross bei den Schlangen. Auch die mit den hohlen Giftzähnen vieler Schlangen in Verbindung stehenden, das Gift absondernden Drüsen, sind zu den Speicheldrüsen zu zählen [1]. Unter den Fischen kommen bei mehreren, namentlich nach Rathke [2] bei Karpfen, Aalen, Hechten, Welsen u. a. Drüsen vor, die den Speicheldrüsen ähnlich sind. Auch Spallanzani [3] hielt die auf der inneren Fläche des Rachens bei Karpfen, Barben und Hechten abgesonderte Flüssigkeit für analog mit dem Speichel. Unter den Mollusken zeigen sich Speicheldrüsen bei den Sepien, den Pteropoden *(Clio)*, und mehreren Gasteropoden (so bei den Gattungen *Limax*, *Helix*, *Doris*, *Aplysia*, *Tritonia*, *Onchidium*, *Bulimus*, *Murex* u. a. [4]). Bei den Insekten sind Speichel absondernde Organe in Form von Schläuchen vorhanden, die sich in die Mundhöhle öffnen. Solche Gefässe wurden von Rambohr [5], Posselt [6], G. R. Treviranus [7], Rengger [8], Leon Dufour [9] u. a. in den Schmetterlingen, den Bienen, den

Digitized by Google

meisten zweiflügeligen Insekten, den Libellen, Cicaden, vielen Hemipteren, Heuschrecken und manchen Käfern, ferner auch in verschiedenen flügellosen Insekten *(Pulex)*, so wie in Spinnen, Scorpionen und Asseln gefunden.

Der Speichel, eine wässerige, meistens schwach alkalisch reagirende Flüssigkeit, besteht bei den Säugethieren aus Wasser, einer eigenthümlichen thierischen Materie, dem Speichelstoff, ferner aus Schleim, Osmazom, vielleicht etwas Eyweisstoff, mehreren Salzen, und endlich enthält er bei manchen Thieren schwefelblausaures Kali. Seine Wirkungen auf die Nahrungsmittel sind verschiedenartig. Durch seinen Gehalt an Wasser und an kohlensaurem, essigsaurem und salzsaurem Kali und Natron trägt er zur Auflösung und Erweichung der Nahrungsmaterien bei. Ferner tilgt er die Lebens-Aeusserungen der Nahrungsmittel, was besonders bei den Gift-Schlangen bemerkbar ist, indem die von ihnen gebissenen Thiere schnell getödtet werden. Ausserdem scheint er durch den Zusatz von Stickstoffhaltigen Materien, dem Speichelstoff und dem Eyweisstoff die Verähnlichung der Nahrungsmittel zu befördern. Für seine assimilirende Wirkung lässt sich anführen, dass die vegetabilische Nahrungsmittel aufnehmenden Thiere grössere Speicheldrüsen haben, als diejenigen, welche sich von thierischen Substanzen nähren. Endlich befördert der Zusatz des Speichels zu den Nahrungsmitteln durch die Befeuchtung, Auflösung und Erweichung derselben das Verschlucken.

1) Fontana *Traité sur le vénin de la vipère. Florence* 1781. 4. Th. Smith *On the structure of the poissonous fangs of serpents; in Philos. Transact. V.* 1818. *P.* 1. *p.* 471.

2) Ueber den Darmkanal und die Zeugungsorgane der Fische. Halle 1824. 4. S. 1.

3) Versuche über das Verdauungsgeschäft. S. 41. 49. 71.

4) Cuvier *Mémoires pour servir a l'histoire et l'anatomie des Mollusques. Paris* 1817. 4.

5) Abhandlung über die Verdauungs-Werkzeuge der Insekten. Halle 1811. 4.

6) *Dissertatio sistens tentamen circa anatomen forficulae auricularíae. Jenae* 1800. Beiträge zur Anatomie der Insekten. Heidelberg 1804. Heft 1.

7) Biologie B. 4. S. 323.

Digitized by Google

8) Physiologische Untersuchungen über die Insekten. Tübingen 1817. 8. S. 8.

9) *Annales des sciences naturelles. Juin* 1825. *p.* 155. Speichelgefässe der Cicaden.

§. 198.

Bei vielen Thieren werden den durch den sauren Magensaft aufgelösten Nahrungsmitteln bei ihrem Austritt aus dem Magen in den engen Darm zwei Flüssigkeiten eigenthümlicher Art, der pankreatische Saft und die Galle, zugesetzt. Jene Flüssigkeit wird bei den Säugethieren, Vögeln und Amphibien, so wie unter den Knorpelfischen bei den Rochen und Hayen, in einer den Speicheldrüsen ähnlichen, zusammengesetzten Drüse, dem Pankreas, abgesondert. Der aus der Drüse hervortretende einfache, gedoppelt oder mehrfach vorhandene Ausführungsgang mündet entweder unmittelbar in das erste Stück des engen Darms ein, oder er verbindet sich mit den Gallengängen; oder ein Ausführungsgang öffnet sich in diesem, der andere in den Darm. Bei den meisten Gräten-Fischen scheinen mehr oder weniger zahlreiche, blind sich endigende Anhänge des engen Darms, die von Swammerdamm [1] zuerst genauer beschriebenen sogenannten Pförtner-Anhänge *(Appendices pyloricae)*, welche bei den Stören *(Accipenser)* in eine drüsenartige Masse verschmolzen sind, die Stelle des Pankreas obiger Thiere zu vertreten. Unter den Mollusken hat neuerlichst Grant [2] in einigen Sepien *(Loligo sagittaria)* zwei hellrothe, gelappte und mit dem Gallengang verbundene Drüsen wahrgenommen, von denen er vermuthet, dass sie dem Pankreas ähnlich seien. Auch hält er die bei Aplysien und Doris-Arten mit dem Magen in Verbindung stehenden drüsigen Anhänge für analog mit den Pförtner-Anhängen der Fische. Unter den Insekten kommen am Darmkanal nach Rambohr's [3] Untersuchungen bei mehreren Käfern *(Carabus, Cicindela, Dytiscus, Staphylinus, Tenebrio, Sylpha, Nicrophorus, Hister* und *Attelabus)* blinde Anhänge vor, die denen der Fische gleichen.

Der schwach-sauer reagirende pankreatische Saft der Säugethiere, des Hundes, Schaafs und Pferds, besteht zufolge der von mir mit L. Gmelin angestellten Untersuchungen [4] aus

Digitized by Google

Wasser, worin sehr viel Eyweissstoff, eine dem Kässtoff ähnliche Materie, Osmazom, und verschiedene Salze enthalten sind. Hieraus erhellet, dass er keineswegs, wie mehrere Physiologen angenommen haben, mit dem Mundspeichel identisch ist. Der pankreatische Saft scheint durch den Zusatz seiner an Stickstoff reichen thierischen Materien zu den im Magen gelösten Nahrungsmitteln vorzüglich deren Verähnlichung und Umwandlung in die thierische Mischung zu Stande zu bringen. Für diese Ansicht lässt sich anführen, dass das Pankreas der von vegetabilischen Nahrungsmitteln lebenden Säugethiere und Vögel bedeutend grösser ist, als das der fleischfressenden Thiere, und dass es bei jenen wahrscheinlich, nach seiner Grösse zu urtheilen, reichlicher absondert. Der pankreatische Saft von Vögeln, Amphibien und Knorpelfischen ist noch nicht chemisch untersucht worden. Die in den Pförtner-Anhängen der Fische in grosser Menge enthaltene Flüssigkeit ist weisslich, klebrig und schleimig, und reagirt meistens sehr schwach sauer. Es lässt sich annehmen, dass durch ihren Zusatz zu dem Chymus gleichfalls dessen Verähnlichung bewirkt wird.

1) *Observat. anatomicae selectiores Collegii privati Amstelodam. Amst.* 1667. 12. *P.* 2. Neuerlichst hat Rathke (Ueber den Darmkanal der Fische S. 85.) von den Pförtner-Anhängen gehandelt.

2) *On the Existence of the Pancreas in some species of the Cuttle-Fish-Tribe;* und *On the Existence of a pancreas in the Doris argo; in The Edinburgh Philosoph. Journal Jul.* 1825. *p.* 197.

3) Ueber die Verdauungswerkzeuge der Insekten S. 20.

4) Die Verdauung nach Versuchen B. 1. S. 42.

§. 199.

Die Galle, jene andere Flüssigkeit, welche reichlich in den Darmkanal ergossen sich den im Magen aufgelösten Speisen beimischt, wird in einer sehr grossen, eine eigenthümliche Anordnung der Blutgefässe zeigenden Drüse, der Leber, abgesondert. Sie findet sich in allen Säugethieren, Vögeln, Amphibien und Fischen, so wie unter den wirbellosen Thieren bei allen Mollusken und Krebsen, bei letzteren oft aus einer grossen Anzahl von ästigen Kanälen bestehend. In den Insekten scheinen mehr oder weniger

Digitized by Google

zahlreich vorhandene, in den Darmkanal sich öffnende und blind endigende, meistens eine bittere, gelbliche Flüssigkeit enthaltende Gefässe, die von Cuvier [1], Posselt [2], Rambohr [3], Treviranus [4] Carus [5] und I. F. Meckel [6] für Galle absondernde Gefässe gehalten worden sind, die Stelle der Leber zu vertreten. Unter den Ringwürmern zeigen sich ähnliche Gefässe bei den Aphroditen.

Die Galle der Wirbelthiere besteht aus Wasser, Schleim, und mehreren eigenthümlichen thierischen Materien, dem Gallenharz, Gallenfett *(Cholestrine)*, Gallenzucker *(Pikromel)*, der Cholsäure, einer färbenden Materie und wahrscheinlich Speichelstoff, Osmazom, Kässtoff und vielen Salzen [7]. Diese Flüssigkeit wird bei den Wirbelthieren vorzüglich aus venösem Blut abgesondert, welches der Leber durch einen grossen Venenstamm, die Pfortader, zugeführt wird, die sich in derselben nach Art einer Pulsader verzweigt. Ihre Absonderung scheint sich eines Theils auf die Erhaltung der Blutmasse in einer zur Ernährung tauglichen Mischung zu beziehen; und andern Theils scheint sie zu den Vorgängen des Assimilations-Geschäfts der Nahrungsmittel im Darmkanal verwendet zu werden.

Die meisten Bestandtheile der Galle, das Harz, das Fett, der Farbestoff, der Schleim und die Salze werden mit den unverdaulichen Speiseresten, als Darm-Exkrement, ausgeworfen. Ihre Ausscheidung bezieht sich daher wohl auf die Erhaltung der Mischung des Bluts. Der Antheil der Galle an dem Verdauungs-Geschäft lässt sich dahin bestimmen: dass sie mittelst ihres bitteren harzartigen Bestandtheils die Schleimhaut des Nahrungsschlauchs zur vermehrten Absonderung des Darmsafts reizt, und die Muskelhaut zu lebhafteren Bewegungen aufregt; und dass sich ferner die in der Galle vorkommenden stickstoffhaltigen Bestandtheile, wie das Pikromel, das Osmazom, die Cholsäure mit den aufgelössten Nahrungsmaterien verbinden, diese verähnlichen, und der thierischen Mischung verwandter machen. Für die Wiederaufnahme dieser Materien mit den aufgelösten Nahrungsmitteln durch Einsaugung spricht, dass dieselben nicht in den abgehenden Darm-Exkrementen vorkommen, und folglich aus dem Darmkanal wieder aufgenommen werden müssen.

Digitized by Google

1) *Anatomie comparée* T. 4. p. 158.
2) Beiträge zur Anatomie der Insekten S. 11
3) Verdauungs-Werkzeuge der Insekten S. 43.
4) Biologie B. 4. S. 417.
5) Zootomie S. 649.
6) Ueber die Gallen- und Harn-Organe der Insekten; Archiv für Anatomie und Physiologie B. 1. S. 21. Er hält sie zugleich für Harnabsondernde Werkzeuge, für das sie Rengger und Wurzer ausgegeben haben.
7) Tiedemann und Gmelin Versuche über die Verdauung.

§. 209.

Die Veränderungen, welche die durch den Mund in den Nahrungsschlauch eingebrachten Nahrungsmittel in diesem erleiden, um sie zur Aufnahme mittelst innerer Einsaugung geschickt zu machen, bestehen also im Allgemeinen in Aufhebung und Vernichtung der ihnen von andern organischen Körpern noch inhärirenden Eigenschaften, und in Ertheilung solcher, wodurch sie befähigt werden, Bestandtheile desjenigen Thieres zu werden, das sich ihrer bemächtigt hat. Sind die Nahrungsmittel noch lebend und organisirt, so wird ihr Leben und ihre Organisation zerstört. Ferner wird die ihnen von andern lebenden Körpern ertheilte Mischung verändert und sie werden in ihre organische Formbestandtheile aufgelöst. Und endlich werden sie in eine der Säftemasse des Thiers, welches sie aufnahm, schon ähnliche oder ihrer Mischung verwandte Flüssigkeit, den Speisesaft oder Milchsaft *(Chylus)* umgewandelt, welcher eingesaugt wird. Diese Veränderung wird theils durch Bewegungen, theils durch den Zusatz von abgesonderten Flüssigkeiten bewirkt. Bei der grössten Anzahl von Thieren findet ferner noch Ausscheidung von Exkrementen aus dem Darmkanal statt. Die, jene Veränderungen in den Nahrungsmitteln bewirkenden Thätigkeit- oder Lebens-Aeusserungen der Thiere bezeichnet man durch den Namen der Verdauung, oder der Verähnlichung in den ersten Nahrungswegen.

Eigentliche Verdauung, Zertheilung, Auflösung und Verflüssigung fester Nahrungsmittel kömmt in den Gewächsen nicht vor [1], indem sie bloss flüssige Nahrungsmittel mittelst Einsaugung aufzunehmen im Stande sind. Nur Ver-

Digitized by Google

ähnlichung dieser durch Zusatz von Säften scheint statt zu finden. Auch erfolgt bei Pflanzen keine Ausscheidung von Exkrementen aus den ersten Nahrungswegen. So ist also die Verdauung der Nahrungsmittel eines Theils dahin gerichtet, diese indifferent zu machen, oder die ihnen von andern lebenden Körpern ertheilten besondern Eigenschaften aufzuheben, und andern Theils sie zu differenziren, oder ihnen solche besondere Eigenschaften zu geben, die sie geschickt machen, Bestandtheile ihres Nahrungsaftes und ihrer festen Theile zu werden.

1) Einige Pflanzenkundige haben die Wurzeln der Gewächse mit dem Magen der Thiere verglichen, und lassen die von denselben aufgenommenen Nahrungsmittel verdauen. Diese Meinung, welche schon Theophrast hegte, ist irrig. Du Hamel *(Phisique des arbres T. 2. p. 189)* machte dagegen die richtige Bemerkung, dass Stecklinge so gut eingesaugte Flüssigkeiten zubereiten, wie das ganze Gewächs, welches sie durch die Wurzeln aufgenommen hat.

§. 201.

Bei Thieren, welche mit einem zur Aufnahme und Fortleitung des Speisesafts bestimmten Saugadersystem versehen sind, findet eine weitere Verähnlichung desselben im Durchgang durch dieses System statt. Es werden dem Milchsaft und der Lymphe aus dem arteriellen Blute abgesonderte Flüssigkeiten zugesetzt, wodurch sie dem Blute ähnlicher gemacht werden. Zu den Gebilden, die der Absonderung solcher Flüssigkeiten vorstehen, gehören Drüsen eigener Art, die Saugader oder Lymph-Drüsen, so wie die Milz, die Nebennieren und die Schilddrüse. Der Speisesaft und die Lymphe werden dem Blute in der Farbe, der grösseren Gerinnbarkeit und den constituirenden Bestandtheilen um so verwandter, je mehr denselben verähnlichende Säfte zugesetzt worden sind, wie späterhin bei der Lehre von der Verähnlichung der aufgesogenen Substanzen im Saugadersystem des Menschen dargethan wird. Jene Drüsen, welche an den Fischen und Amphibien mit dem Saugadersystem erscheinen, nehmen an Zahl und Grösse, in den Vögeln und Säugthieren zu, deren intensivere Thätigkeits-Aeusserungen eine raschere Blutbereitung zu ihrer Erhaltung bedürfen.

Digitized by Google

Eigenschaft des Assimilirens.

§. 202.

Die allen organischen Körpern, den Gewächsen wie den Thieren, zukommende Eigenschaft, die von aussen aufgenommenen Nahrungsmittel zu verähnlichen, oder sie in eine ihrer Mischung verwandte Flüssigkeit zu verwandeln, äussert sich in jedem auf eine eigenthümliche oder besonders modificirte Weise. Jeder lebende Körper bereitet aus den verschiedenartigsten Nahrungsmitteln ein zu seiner Erhaltung passendes eigenthümliches Nahrungs-Fluidum; so wie verschiedenartigen organischen Körper aus gleichen Nahrungsmitteln dennoch verschiedene Nahrungs-Flüssigkeiten produciren. Die Assimilation ist unverkennbar ein nur den lebenden Körpern zukommender Vorgang, der nicht den Mischungs-Veränderungen zu vergleichen ist, welche in unorganischen Materien durch allgemein physische Kräfte und das Spiel chemischer Affinitäten zu Stande gebracht werden. Sie ist als ein Lebens-Act, als eine Wirkung des Lebens anzusehen. Untersuchen wir, worin diese Eigenschaft begründet ist.

Zunächst scheint die Verähnlichung der Wirkung der von den lebenden Körpern bereiteten und den Nahrungsmitteln zugesetzten Flüssigkeiten zugeschrieben werden zu müssen, wodurch in diesen besondere Veränderungen in ihren Mischungs-Verhältnissen hervorgebracht werden.

In den Thieren werden den Nahrungsmitteln verschiedenartige, mit eigenthümlichen, an Stickstoff reichen, Bestandtheilen, versehene Säfte, der Speichel, Magen- und Darmsaft, pankreatische Saft und die Galle zugesetzt, und sie werden nach ihrer Auflösung in denselben in Verbindung mit jenen Bestandtheilen eingesaugt. Durch den Zusatz dieser Säfte werden die gelösten Nahrungsmittel in ihrer Mischung dem Thierkörper ähnlicher, der sie seinem Verdauungs-Process unterwarf, und sie erlangen dessen Eigenschaften. In den Gewächsen scheint der rohe, von den Wurzeln eingesaugte Saft durch die Beimischung von Säften aus den Ernährungs-Gefässen, die eigenthümliche, an Kohlenstoff reiche vegetabilische Verbindungen, wie

Digitized by Google

Zucker, Pflanzenschleim, und Amylum, enthalten, verähnlicht zu werden.

Die den Nahrungsmitteln zugesetzten, mit besondern Eigenschaften begabten Säfte sind Fermenten zu vergleichen, welche in den aus organischen Verbindungen bestehenden Nahrungsmitteln, denen sie zugesetzt werden, solche Veränderungen hervorbringen, dass sie diesen in ihren Eigenschaften ähnlich werden. Man kann annehmen, dass jeder lebende Körper, vermöge seiner eigenthümlichen organischen Mischung, wenn er sich durch seine Thätigkeit erhält, gleichsam auch sein eigenes Ferment besitzt, wodurch er die Assimilation der von ihm aufgenommenen Nahrungsmittel bewirkt.

Die verähnlichende Wirkung der den Nahrungsmitteln zugesetzten Säfte lässt sich ferner der Wirkung der männlichen Zeugungs-Flüssigkeit auf den weiblichen Zeugungsstoff bei dem Generationsacte vergleichen. So wie durch den specifiken lebenden Einfluss des Samens auf den wirklichen Zeugungsstoff Bildungs- und Mischungs-Verhältnisse eigenthümlicher Art hervorgebracht werden, wodurch der sich bildende Keim in allen seinen Eigenschaften der Pflanzen- oder Thier-Art ähnlich wird, deren Individuen die Anregung zum Bilden gegeben; so ist es der Wirkung der assimilirenden Säfte zuzuschreiben, dass die Nahrungsmittel besondere, den Individuen, welche sie aufnehmen, adäquate Eigenschaften erlangen.

Die Wirkungsart der assimilirenden Säfte kann endlich auch mit einer nur an Thieren wahrgenommenen Erscheinung, nämlich der Ansteckung durch Contagien verglichen werden. Auf eine ähnliche Weise, wie die in einem lebenden Thiere unter gewissen Verhältnissen entstehenden Ansteckungsstoffe, z. B. das Pockengift, in einen andern lebenden Körper derselben Art verpflanzt, wieder dieselbe Krankheit und die Hervorbringung desselben Ansteckungsstoffs bewirkt; so sind es die assimilirenden Säfte, welche den in den lebenden Körpern aufgenommenen Nahrungsmitteln ihre Eigenschaften ertheilen.

Alle die so eben genannten Erscheinungen, die wir nur an lebenden Körpern wahrnehmen, scheinen in der Hauptsache auf den lebenden Eigenschaften der organischen Flüssig-

Digitized by Google

keiten zu beruhen, in andern organischen Materien oder Körpern unter gewissen Bedingungen ähnliche Veränderungen oder gleichsam Fermentationen, hervorzubringen, wodurch sie die Eigenschaften jener annehmen.

§. 203.

Fragen wir nun weiter: ist die assimilirende Eigenschaft der den Nahrungsmitteln von den lebenden Körpern zugesetzten Flüssigkeiten in einer Kraft eigener Art begründet, oder lässt sie sich auf die Wirkung einer andern organischen Kraft zurückführen? Schon Galen [1] nahm eine besondere Assimilations-Kraft an, und andere Physiologen, namentlich Grimaud [2] unter den Neuern, traten ihm bei. Sie stützten sich vorzüglich bei dieser Annahme darauf, dass die Assimilation nicht als die Wirkung einer andern Kraft, namentlich nicht der Ernährungs- oder Bildungs-Kraft, zu betrachten sei, mit der sie noch am meisten Aehnlichkeit habe; weil die Assimilation aus den verschiedenartigen Nahrungsmitteln etwas Gleichartiges, die Nahrungs-Flüssigkeit, bereite, während die Ernährungs- oder Bildungs-Kraft aus dem gleichartigen Ernährungs-Fluidum verschiedenartige Gebilde und Mischungen hervorbringe, nämlich die Materien der festen Theile. Dennoch scheint es der Annahme einer eigenen Assimilations-Kraft nicht zu bedürfen, durch die ohnehin die Assimilation nicht weiter erklärt wird. Die assimilirenden Säfte sind mit ihren verschiedenen Eigenschaften bedingt durch die Thätigkeits-Aeusserungen der festen Theile, oder sie werden aus der allgemeinen Ernährungs-Flüssigkeit durch die Wirkung der festen Theile bereitet. Ihre Absonderung setzt also die Ernährungs- oder Bildungs-Kraft in diesen voraus, und nach deren Modification sind auch sie modificirt.

So wie die festen Theile mittelst dieser Kraft aus der allgemeinen Nahrungs-Flüssigkeit Materien anziehen, die sie in ihre Mischung und in ihr organisches Gefüge bringen, und diesen ihre vitalen Eigenschaften ertheilen; so scheinen die die assimilirenden Säfte aus dem allgemeinen Nahrungs-Fluidum bereitenden Ogane durch denselben Act und dieselbe Kraft auch diesen solche Eigenschaften zu geben, dass sie assimilirend auf die Nahrungsmittel einwir-

Digitized by Google

ken. Die bei dem Zeugungs-Act jeder Thier- und Pflanzen-Art, in ihren specifiken Wirkungen, in dem Keim determinierte Bildungskraft, welche adäquat den organischen Körpern, die zeugten, gleiche Mischungen und eine gleiche organische Bildung und Entwickelung hervorbringt, ist es auch, welche durch die Bereitung der assimilirenden Säfte und deren Wirkung auf die Nahrungsmittel fortdauernd eine Flüssigkeit hervorbringt, die sich zur Erhaltung ihrer eigenthümlichen Mischung, Organisation und Wirksamkeit eignet. So wie sich der erste Ursprung der zeugenden Pflanzen- und Thier-Arten in das Gebiet des Unerforschten verliert, und die Wirkungen der Bildungskraft sich beim Zeugen von Generation zu Generation in einer Reihenfolge fortsetzen, deren Ende dem menschlichen Verstand unerreichbar ist; so verhält es sich auch mit den Aeusserungen der Bildungskraft beim Ernährungs- und Assimilations-Process. Nur an den Einzelwesen sehen wir die Wirkungen der Bildungskraft beim Zeugen, Ernähren und Assimiliren, unter gewissen Erscheinungen, Bedingungen und Verhältnissen eintreten, die wir zu erforschen bemüht sind, ohne dass wir über die erste Ursache derselben weitere Rechenschaft zu geben im Stande sind.

1) Galen *(De nat. facultat. L. 3. C. 1.)* liess die Verähnlichung (ἐξομοιωσις, ὁμοιωσις) durch eine eigene Kraft, *Facultas assimilatrix* (δυναμις ὁμοιωτικη) geschehen.

Baco nahm einen eigenen *Motus assimilationis* an.

2) Grimaud *(Cours complet de physiologie T. 1. p. 229)* nannte die Assimilationskraft *force d'affinite vitale, force ou facluté digestive.*

Digitized by Google

Fünftes Kapitel.

Vom Athmen.

§. 204.

Die aus den Alimentar-Materien durch die Verrichtungen der ersten Nahrungswege bereitete Flüssigkeit eignet sich noch nicht zur Ernährung der festen Theile. Sie muss zuvor der Einwirkung der atmosphärischen Luft ausgesetzt werden, damit sie dadurch Veränderungen erleide, die sie zum Ernährungs-Geschäfte tauglich mache. Diese werden durch einen zwischen ihr und der Luft statt findenden Austausch von gasförmigen Materinn bewirkt. Die rohe Nahrungs-Flüssigkeit zieht Bestandtheile der Luft an, und setzt dagegen andere ab; hierdurch wird ihre Mischung verändert, und sie erlangt Eigenschaften, die sie geschickt machen, sich bei dem Ernährungs-Processe mit den festen Theilen zu verbinden. Die unter dem Einflusse der atmosphärischen Luft hervorgebrachte Umwandlung des rohen Nahrungssafts in die eigentliche Ernährungs- oder Bildungs-Flüssigkeit nennt man Athmen. Da die mit dem Athmen verbundenen Vorgänge bei den Gewächsen und Thieren Verschiedenheiten darbieten, so wollen wir sie bei den beiden Gruppen von lebenden Körpern zunächst einzeln für sich betrachten.

I. *Athmen der Gewächse.*

§. 205.

Alle lebende Gewächse ziehen während ihrer vollen Wirksamkeit Bestandtheile aus der sie unmittelbar umgebenden Luft an, oder sie entnehmen solche aus der im

Digitized by Google

Wasser enthaltenen Luft, wenn es Wasserpflanzen sind. Dagegen aber hauchen sie dunst- oder gasförmige Materien aus. Die zusammengesetzteren oder vollkommneren Gewächse, die Gefäss-Pflanzen, die Monokotyledonen und Dikotyledonen, sind mit besondern Werkzeugen, den Blättern, versehen, durch die jener Austausch von luftartigen Materien unterhalten wird. Zum Theil jedoch scheint auch die grüne Rinde, besonders bei blattlosen Gewächsen, wie bei den Cactus-Arten u. a. [1], zur Unterhaltung des Athmens geschickt zu seyn. Bei den einfachere Gewächsen, den Zellen-Pflanzen, den Algen, Flechten, Pilzen und Moosen giebt es keine besondern Athmungs-Werkzeuge, und das Athmen scheint auf ihrer ganzen Oberfläche zu erfolgen.

1) Auch bei den Stapelien, und den Gattungen *Ceropegia*, *Xylophylla*, *Casuarina* u. a. vertritt die grüne Rinde die Stelle der Blätter, welche in ihrer Organisation den Blättern ähnlich ist und Spaltöffnungen hat. Manche blattlose Schmarotzerpflanzen, wie das Seidenkraut, die Cassythen u. a. scheinen sich aus dem Ernährungssaft der Gewächse zu erhalten, auf denen sie vorkommen.

§. 206.

Die den Wechsel-Verkehr mit der Luft unterhaltenden, in der Grösse, Zahl, Form, Zusammensetzung und Stellung so viele Verschiedenheiten darbietenden Blätter sind, wie schon Malpighi bemerkt hat, gleichsam als Verlängerungen, Fortsetzungen und Ausbreitungen des Stengels und der Zweige zu betrachten. In jedes Blatt setzen sich Fasern des Stammes fort, die sich in eine Fläche ausbreiten. Während der vollkommenen Ausbildung und den Thätigkeits-Aeusserungen der Blätter findet sich ein unmittelbarer Uebergang der Theile des Stengels in die Blätter. Entweder bilden die Fasern Bündel und stellen einen Blattstiel dar, wie bei den gestielten Blättern; oder die Fasern des Stengels breiten sich sogleich aus, wie an den stiellosen Blättern. Die Blätter zeigen ferner eine Art Gelenk-Verbindung mit dem Stengel und den Zweigen, wie an den meisten Bäumen oder Sträuchern; oder sie sind unmittelbare Verlängerungen desselben und haben die Form von Scheiden, welche den Stengel einschliessen, wie bei Gräsern u. a. Die Blätter selbst

Digitized by Google

sind einfach, oder aus mehreren Blättchen zusammen gesetzt. Die von dem Stengel aus durch die Blattstiele oder unmittelbar in den Blattrippen und Adern sich fortsetzenden Fasern, die sich mehr oder weniger fein in Netze vertheilen, bestehen aus den Spiralgefässen des Stammes. Ausser den von den Wurzeln und dem Stamme rohen Pflanzensaft zuführendenden Gefässen, gibt es noch Saftgefässe eigener Art, deren Vorkommen Schultz [1] nachgewiesen hat. Sie sind gleichfalls in den Blatt-Rippen und Adern vorhanden, und leiten den durch die Vorgänge des Athmens bereiteten und vollständig verähnlichten Nahrungssaft aus den Blättern in die Rinde des Stammes zurück. Die den rohen Saft zuführenden, und den Bildungssaft zurückleitenden Gefässe scheinen in den feinsten netzartigen Verzweigungen in unmittelbarer Verbindung zu stehen. Zwischen den Adern befindet sich mehr oder weniger reichlich Zellengewebe. Das aus Gefässen und Zellengewebe zusammengesetzte Parenchym der Blätter ist äusserlich von der Oberhaut bedekt, welche nach L. C. Treviranus [2] Untersuchungen aus den äussersten, sehr dünnen einfachen oder mehrfachen Zellengewebeslagen besteht. Ihre Zellen unterscheiden sich von denen des übrigen Zellengewebes durch Abwesenheit des Saftes und Mangel an Färbung.

1) Die Natur der lebendigen Pflanze B. 1. S. 272.

2) Ueber die Oberhaut der Gewächse; in den vermischten Schriften anatomischen und physiologischen Inhalts. B. 1. S. 1.

§. 207.

Auf der äussern Fläche der Blätter kommen die von Grew [1] entdeckten Poren oder Spalt-Oeffnungen *(Pori-exhalantes, spiracula, stomata)* [2] vor, deren Anordnung von Kroker [3], Rudolphi [4], Moldenhawer [5], L. C. Treviranus [6] u. a. genauer untersucht worden ist. Meistens finden sie sich auf der untern Fläche der Blätter, doch bei den auf dem Wasser schwimmenden Blättern auf der oberen Fläche. An den Blättern der grösseren Zahl von Monokotyledonen, der Gräser, Scitaminen, Palmen, auch der Liliaceen u. a. kommen sie an beiden Flächen vor. Unter den Dikotyledonen hat letztere Anordnung vorzüglich bei solchen statt, deren Blätter sehr

Digitized by Google

dick, lederartig oder saftig sind, wie bei den Nadelhölzern, den Neuholländischen Mimosen u. a. Bei Gewächsen endlich, die ganz vom Wasser bedeckt sind, wie bei *Zostera* und *Ceratophyllum*, sollen die Spalt-Oeffnungen fehlen.

Die Poren führen nach Mirbel's, Moldenhawer's und L. C. Trevsranus [7] Untersuchungen zwischen die Zellen der Blätter, in denen sich ein grüner, kleine Körnchen oder Kügelchen enthaltender Saft vorfindet. Dass sie mit den Gefässen oder Intercellulargängen selbst in unmittelbarer Verbindung stehen, wie Comparetti und Kieser angenommen haben, ist nicht erwiesen.

1) Anatomy of Plants L. 3. P. 1. C. 2.

2) Guettard *(Mém. de l'Ac. des sciences* 1745) nannte sie *glandes miliaires;* H. B. de Saussure *(Sur l'écorce des feuilles et des pétales Genève* 1762*), Glandulae corticales.*

3) *De plantarum epidermide. Halae* 1801.

4) Anatomie der Pflanzen S. 94.

5) Beiträge zur Anatomie der Pflanzen S. 94.

6) a. a. O.

7) Ueber die Ausdünstung der Gewächse; in den vermischten Schriften B. 1. S. 182.

§. 208.

Die Blätter der Zellengewächse, die wie bei den meisten Moosen eine grüne Farbe haben, zeigen gewöhnlich keine Adern. Sie bestehen aus einem gleichförmigen Zellengewebe, und haben keine Spalt-Oeffnungen. Finden sich Adern, so sind sie aus verlängerten Zellen gebildet, die durch ihre Vereinigung den Adern der Blätter der Gefäss-Pflanzen ähneln. Die Blätter der meisten Lebermoose sind aderlos und aus rundlichen Zellen zusammengesetzt. An den Blättern mehrerer Algen erblickt man Adern, die aus länglichen Zellen bestehen. Den Ulven mangeln sie. Die Blätter der Zellgewächse stellen blosse Verlängerungen des Stengels dar, mit denen sie nach De Candolle [1] in der Textur ganz übereinkommen.

1) *Organographie végétale T. 1. p.* 374.

§. 209.

Die Vorgänge, durch welche der den Blättern zugeführte

Digitized by Google

rohe Pflanzensaft in die Ernährungs- oder Bildungs-Flüssigkeit umgewandelt wird, bestehen in Aussonderung und Verdunstung von Bestandtheilen des rohen Pflanzensafts, so wie in Aufnahme von Materien aus der Luft, die sich mit jenem verbinden. Dass die Blätter ausdünsten war schon Malpighi [1] bekannt, und dies ist durch die Versuche Mariotte's [2], Woodward's [3], Hales [4], Duhamel's [5], Bonnet's [6], Bierkander's [7], Sennebier's [8], Martino's [9] u. a. sattsam erwiesen. Die Menge der ausdünstenden Materie ist sehr bedeutend, wie sich besonders aus Woodwart's schätzbaren Versuchen ergibt. Am lebhaftesten erfolgt die Ausdünstung bei den hervorwachsenden, noch zarten Blättern. Gegen den Herbst nimmt sie allmählich ab, so wie ihr Gewebe härter und trockner wird. Endlich hört sie ganz auf, wenn die Blätter gelb werden, und nun vertrocknen und verschliessen sich die Gefässe, durch welche die Blätter mit dem Stamme in Verbindung stehen. Die Menge der Ausdünstungs-Materie ist auch nach den Tages-Zeiten verschieden. Sehr reichlich erfolgt die Ausdünstung während des Tages bei der Einwirkung des Sonnenlichts, wie Hales, Guettard [10], Sennebier [11] und Th. Saussure [12] dargethan haben. Bedeckt man zwei gleich grosse Gewächse mit Glasglocken und setzt man die eine dem Sonnenlicht aus, während man die andere beschattet; so wird die innere Fläche der ersteren bald mit Wassertropfen belegt, letztere dagegen bleibt trocken. In der Nacht ist die Ausdünstung kaum merklich. Uebrigens wird sie durch andere Einflüsse, besonders Temperatur-Verhältnisse, Regen und den Zustand von Trockenheit und Feuchtigkeit der Luft vielfach abgeändert. Im Ganzen genommen erfolgt die Ausdünstung um so lebhafter, wie Duhamel richtig bemerkt hat, je energischer bei günstigen äussern Verhältnissen das Leben der Gewächse ist und je thätiger die mit demselben verbundenen Bildungs-Prozesse von statten gehen. Die Ausdünstung ist endlich um so reichlicher bei einem Gewächse, je mehr es Blätter hat, je grösser die Fläche dieser ist, und eine um so grössere Anzahl von Spalt-Oeffnungen auf denselben vorhanden ist.

1) *Anatome plantarum T.* 1. *p.* 14.
2) *Essay sur la vegetation p.* 98.

Digitized by Google

3) *Philosoph. Transact.* 1699 *p.* 193.
4) Statik der Gewächse S. 3.
5) *Physique des arbres. T.* 1. *p.* 135.
6) *Recherches sur l'usage des feuilles Genève* 1754. 4.
7) Schwed. Abhandl. 1773. S. 66.
8) *Physiol. végétale T.* 4. *p.* 73.
9) Voigt's Magazin B. 7. St. 2. S. 18.
10) *Mém. de l'Acad. des sc. de Paris* 1748. *p* 569. 1749. *p* 265.
11) *Expériences sur l'action de la lumière solaire dans la végétation p.* 72.
12) *Recherches chimiques sur la végétation. Genève* 1804. *p.* 54.

§. 210.

Die Ausdünstungsmaterie der Gewächse ist grösstentheils dunstförmig, doch zuweilen auch tropfbarflüssig. Zu letzterer gehört der Thau, den man nicht selten auf den Blättern findet. Nach Hales und Senebier besteht sie vorzüglich aus Wasser, welches oft den eigenthümlichen Geruch der Gewächse verräth. Letzterer will zuweilen eine dem Gummi und Harz ähnliche Materie nebst kohlensaurem und schwefelsaurem Kalk in ihr gefunden haben.

§. 211.

Was die Veränderungen betrifft, welche die Gewächse in der Luft hervorbringen, so ist es durch die von Priestley [1], Scheele, Ingenhouss [2], Spallanzani [3], Senebier [4], von Humboldt [5], Th. de Saussure [6], H. Davy [7], Woodhouse [8], Gilby [9], Grischow [10] u. a. gemachten Beobachtungen und Versuche erwiesen, dass grüne gesunde Blätter beim Einflusse des Sonnenlichts die in der Luft enthaltene Kohlensäure auf die Art zersetzen, dass der Kohlenstoff mit einer gewissen Portion ihres Sauerstoffs sich mit den Pflanzen verbindet, während der grösste Theil des Sauerstoffs gasförmig an die Luft zurück gegeben wird. In der Nacht hingegen, so wie wenn sie der Einwirkung des Lichts beraubt sind, desgleichen im Herbste beim Verwelken der Blätter, oder wenn sie kränkeln und eine andere als die grüne Farbe annehmen, ziehen sie einen Theil des Sauerstoffgases der Luft an und exhalfiren dagegen kohlensaures Gas; jedoch

Digitized by Google

in einem geringeren Verhältniss als die Menge des Kohlenstoffs beträgt, welchen sie am Tage aufnehmen. Ferner behalten sie eine Portion Sauerstoff zurück, welchen die gesunden Blätter am folgenden Tage beim Sonnenlichte wieder von sich geben.

1) *On air T.* 1. *p.* 284.
2) *On vegetables T.* 1.
3) *Journal de Physique T.* 48. *p.* 135.
4) *Encyclopédie method. Physiologie végétale p.* 184. *Recherches sur l'influence de la lumière solaire pour metamorphoser l'air fixe en air pur par la végétation. Genève* 1783.
5) Aphorismen aus der chemischen Physiologie der Pflanzen. Freiberg 1794.
6) *Recherches chimiques sur la végétation. Genève* 1804.
7) *Researches chemical and philosophical chiefly concerning nitrous oxide or dephlogistet nitrous air and its respiration. London* 1800.
8) *Nicholson Journal V.* 2. *p.* 150.
9) *On the respiration of plantes; in Edinburgh Philosoph. Journal* 1820. *Vol.* 7. *p.* 100.
10) Physikalisch-chemische Untersuchungen über das Athmen der Gewächse. Leipzig 1819.

§. 212.

Die Eigenschaft der Gewächse, durch ihr Athmen die Luft zu verbessern, hat Priestley zuerst wahrgenommen. Er sah in eingeschlossener Luft, worin eine brennende Kerze erloschen war, dennoch Pflanzen gedeihen, und da er nach einiger Zeit in diese Luft wieder eine brennende Kerze brachte, so brannte sie fort. Ingenhouss zeigte, dass diese Veränderung der Luft die Folge der Entwickelung von Sauerstoffgas aus den Blättern sei, welche bei der Einwirkung des Sonnenlichts statt hat. Senebier erwies, dass das Sauerstoffgas von der Zersetzung der Kohlensäure der Luft durch die Blätter herrühre. Und Th. de Saussure that dar, dass Pflanzen zwar in reinem kohlensauren Gas sterben, auch selbst dann, wenn es in grosser Menge der atmosphärischen Luft beigemischt ist. In geringer Menge jedoch befördere dieses Gas unter dem Einflusse des Sonnenlichts ihr Wachsthum. Sind aber Gewächse dem Lichte nicht ausgesetzt, so ist ihnen das kohlensaure Gas nach-

Digitized by Google

theilig. Ferner zeigte er [1], dass Pflanzen beim Sonnenlicht in einer Luft nicht gedeihen, der alles kohlensaure Gas entzogen ist. Percival [2] und Henry [3] haben gleichfalls die Nothwendigkeit der Aufnahme des kohlensauren Gases zur Ernährung der Gewächse erwiesen. Hieraus ergibt sich also, dass die Entwickelung von Sauerstoffgas durch die Blätter bei der Einwirkung des Sonnenlichts von der Zersetzung des aus der Luft aufgenommenen kohlensauren Gases herrührt, wobei sie den Kohlenstoff zurückbehalten und das Sauerstoffgas abgeben. Auch die Conferven, Algen und Flechten, die eine grüne Farbe haben, hauchen dem Lichte ausgesetzt, nach Ingenhouss, Scherers und Senebiers Beobachtungen, Sauerstoffgas aus.

Saussure will beobachtet haben, dass die Pflanzen auch etwas Stickgas aushauchen, was Gilby aber bei seinen Versuchen nicht fand. Die Menge der Kohlensäure, welche die Gewächse aufnehmen, so wie die des Sauerstoffs, welche sie zurückgeben, ist bei verschiedenen Gewächsen sehr verschieden. Unter gleichen äusseren Umständen hängen sie von der Beschaffenheit der Blätter ab. Pflanzen mit dünnen Blättern nehmen mehr Kohlensäure auf und hauchen mehr Sauerstoffgas aus, als solche mit dicken, fleischigen Blättern.

1) *Annales de chimie T.* 24. *p.* 145.
2) Hunter *Geogical Essays. Vol.* 5. *p.* 17.
3) *Transactions of the Manchester Academy T.* 2. *p.* 341.

§. 213.

Anders ist das Verhalten der Gewächse zur atmosphärischen Luft während der Nacht, oder wenn sie der Einwirkung des Sonnenlichtes entzogen sind. Ihre Blätter nehmen dann Sauerstoffgas auf, und mehrere hauchen dagegen kohlensaures Gas aus, wie Spallanzani's, Th. de Saussure's, Gilby's, Gough's [1] u. a. Versuche erwiesen haben. Hinsichtlich der Menge des aufgenommenen Sauerstoffgases und des ausgestossenen kohlensauren Gases zeigen die Pflanzen Verschiedenheiten. Gewächse mit dicken, fleischigen Blättern nehmen am wenigsten Sauerstoffgas auf, und exhaliren kein kohlensaures Gas. Dann folgen die immer grünenden, die Nadelhölzer, und endlich die Bäume und Sträucher,

Digitized by Google

welche im Herbst ihre Blätter verlieren. Diese letzteren nehmen die grösste Menge Sauerstoffgas auf und geben am meisten kohlensaures Gas zurück. Ferner nehmen die Gewächse im Frühling mehr Sauerstoff auf als im Herbst. Die Menge des ausgeschiedenen kohlensauren Gases ist übrigens geringer als die des eingesaugten Oxygen-Gases. Auch ist die Quantität von Sauerstoffgas, welche die Pflanzen in der Nacht aufnehmen, geringer, als die, welche sie am Tage ausstossen, wie sich aus den sehr zahlreich von Saussure angestellten Versuchen ergibt. Es scheint, dass der in der Nacht aufgenommene Sauerstoff sich mit Bestandtheilen des rohen Pflanzensafts zu Kohlensäure verbindet, und zum Theil ausgeschieden wird. Das in der Nacht exhalirte kohlensaure Gas wird am Tage wieder eingesaugt, und entweicht unter dem Einfluss des Sonnenlichts als Oxygengas. Dafür spricht ein Versuch Saussure's, er brachte nämlich eine Pflanze unter eine mit Quecksilber gesperrte Glasglocke, welche atmosphärische Luft mit einem Zehntheil Kohlensäure enthielt. Nach sechs Tagen, da das Gewächs abwechselnd dem Einfluss des Sonnenlichts und der Dunkelheit ausgesetzt war, enthielt die Luft keine Kohlensäure, die Menge des Oxygens aber war vermehrt. Ferner ist erwiesen, dass die Menge des kohlensauren Gases, welche die Blätter bei der Einwirkung des Sonnenlichts zersetzen, viel grösser ist, als die, welche sie während der Nacht erzeugen.

1) Nicholson *Journal of natur. Philosophy V.* 3. *p.* 1.

§. 214.

Fassen wir die Vorgänge des Athmens der Gewächse kurz zusammen, so bestehen sie zunächst darin, dass die Blätter am Tage, unter dem Einflusse des Sonnenlichts Wasser in Dunstform, so wie Sauerstoffgas aushauchen. Das Wasser rührt von dem rohen Pflanzensaft her, der aus den Wurzeln durch die Saftgefässe in das Parenchym der Blätter geleitet wird, so wie von der während der Nacht durch die Blätter aufgesaugten Feuchtigkeit. Die nächste Wirkung der Verdunstung von Wasser ist Verdichtung der im rohen Pflanzensaft enthaltenen organischen Materien. Das Sauerstoffgas wird grössten Theils aus der am Tage aufgenommenen Kohlensäure, und auch aus dem kohlen-

Digitized by Google

sauren Wasser, welches die Gewächse in Verbindung mit den organischen Materien aus dem Humus durch die Wurzeln einsaugen, ausgeschieden, wie Senebier [1], Woodhouse [2] und Saussure annehmen. Vielleicht rührt ein Theil des Sauerstoffs noch aus den im rohen Pflanzensaft enthaltenen Sauerstoffhaltigen organischen Verbindungen her, nämlich der Essigsäure, dem Zucker und der gummiartigen Materie. Ob auch das Wasser des rohen Pflanzensafts durch das Athmen der Gewächse zersetzt wird, wie Berthollet und Thomson vermuthet haben, und auch daher ein Theil des ausgehauchten Sauerstoffs herrührt, ist nicht entschieden; doch ist eine solche Zersetzung als nicht wahrscheinlich von Saussure verworfen worden. Durch die Exhalation des Oxygens wird die Menge des Kohlenstoffs relativ zu den übrigen im rohen Pflanzensaft vorkommenden Elementarstoffen vermehrt, so wie zugleich eine absolute Vermehrung desselben durch die Aufnahme von Kohlenstoff aus der Kohlensäure der Luft hervorgebracht wird. Für diese Ansicht lassen sich die Versuche von Chaptal [3], Hassenfratz [4] und Senebier anführen, denen zufolge Pflanzen, die im Schatten wuchsen, viel weniger Kohlenstoff enthielten, als solche die dem Lichte ausgesetzt waren.

1) *Recherches sur l'influence de la lumière solaire pour métamorphoser l'air fixe en air pur par la végétation. Génève* 1783.
2) Nicholson *Journal of nat. philosophy Vol. 2. p.* 150.
3) *Mém. de l'Institut nat. des sc. T.* 1. *p.* 288.
4) *Annal. de Chim. T.* 13. *p.* 188.

§. 215.

Die Frage, welche von den beiden Blatt-Flächen der Ausdünstung von Wasser, so wie der Aufnahme und Ausscheidung von luftförmigen Materien vorstehe, ob die obere oder untere, ist ein Gegenstand des Streits gewesen. Guettard, Duhamel und Bonnet glaubten durch ihre Versuche mit Blättern, deren Flächen sie mit Firniss überzogen hatten, erwiesen zu haben, die Ausdünstung des Wassers geschehe vorzüglich auf der oberen Fläche, weil beim Ueberfirnissen derselben die Ausdünstung grösstentheils unterbrochen worden sei. Knight [1] dagegen folgerte aus seinen Versuchen mit Weinblättern, die er mit Glasplatten in Be-

Digitized by Google

rührung gebracht hatte, wobei sich nur die untere Fläche mit Thau bedeckte, da die Sonne auf das Blatt einwirkte, die untere Seite des Blattes stehe der Ausdünstung vor. L. C. Treviranus [2] wiederholte Knight's Versuche an vielen Gewächsen, und aus ihnen ergibt sich, dass die Ausdünstung an häutigen Blättern auf derjenigen Fläche geschieht, wo sich die Spaltöffnungen befinden. Einige Gewächse dünsten durch die obere, andere durch die untere, und noch andere durch beide Flächen zugleich aus. Die Ausdünstung erfolgt nur bei der Einwirkung des Sonnenlichts, wo die Spaltöffnungen am meisten geöffnet sind, während sie in der Dunkelheit mehr geschlossen zu seyn scheinen. Uebrigens ist es gleichgültig, ob das Sonnenlicht auf die obere oder untere Fläche fällt. Er sieht daher diese Oeffnungen als die Wege an, durch welche wässerige Bestandtheile des rohen Pflanzensafts in die Luft ausdünsten, eine Meinung, welche auch von de Candolle, Sprengel, Link und Rudolphi aufgestellt worden ist. Zugleich hält er sie auch für die Werkzeuge, durch welche die Aufnahme von Materien aus der Luft geschieht. Schon früher hatte G. R. Treviranus [3] die Meinung ausgesprochen der Athmungs-Process der Gewächse werde mittelst der Spalt-Oeffnungen vollzogen. Hiefür lassen sich Jurine's [4] Beobachtungen an Blättern, die unter dem Recipienten der Luft-Pumpe in Wasser getaucht waren, anführen, welchen zufolge kleine Luftbläschen aus derjenigen Fläche des Blatts hervortraten, die Spaltöffnungen hatte.

1) *Philos. Transact.* 1803.

2) Ueber die Ausdünstung der Gewächse und deren Organe; in den vermischten Schriften anatom. und physiolog. Inhalts B. 1. S. 173. B. 4. S. 3.

3) Biologie B. 4. S. 37.

4) *Journal de Physique T.* 56. *p.* 185.

§. 216.

Sowohl die Aufnahme und Zersetzung der Kohlensäure bei dem Einflusse des Sonnenlichts, als die Einsaugung des Sauerstoffgases und die Erzeugung von Kohlensäure in der Nacht, welche in der Substanz der Blätter vor sich gehen, sind als organische Vorgänge der lebenden Blätter anzusehen. So lange frische Blätter noch ganz sind, auch selbst

Digitized by Google

dann, wenn sie in Stücke zerschnitten werden, haben diese Vorgänge statt. Werden die Blätter aber zerstossen, so dass ihre Organisation und ihr Leben zerstört wird, so wird das kohlensaure Gas nicht mehr bei der Einwirkung des Sonnenlichts zersetzt, so wie sie im Dunkeln auch kein Sauerstoffgas mehr aufnehmen. Die vegetabilische Masse verwandelt jetzt nur einen kleinen Theil des Sauerstoffs der Luft in Kohlensäure, wie dies bei todten organischen Materien der Fall ist.

§. 217.

Die durch die lebenden Blätter, unter dem Einflusse des Lichts, bewirkten Vorgänge des Athmens sind für die Erhaltung des Lebens der Gewächse von der grössten Wichtigkeit. Beraubt man die Gewächse ihrer Blätter, oder sind sie durch Frost oder Insekten zerstört, so wird ihre Ernährung und ihr Wachsthum beschränkt, das Entwickeln der Blüthen, das Befruchtungsgeschäft, und das Ansetzen von Früchten und Saamen findet nicht statt, und die bereits angesetzten Früchte kommen nicht zur Reife. Die perennirenden Gewächse treiben zwar neue Blätter, indem sich nun die Blattknospen für das nächste Jahr entwickeln; doch zieht dies häufig das Absterben der Pflanzen nach sich.

Fragen wir, wodurch das Athmen zu dem Bestehen der Pflanzen nothwendig ist, so können wir den Grund nur in der durch das Athmen vermittelten Hervorbringung des eigentlichen Ernährungs- oder Bildungs-Safts aus der durch die Wurzeln angezogenen rohen Nahrungs-Flüssigkeit suchen. Der in die Blätter gelangende farblose, nicht gerinnende und keine organische Formbestandtheile, keine Kügelchen, enthaltende rohe Pflanzensaft, aus kohlensaurem Wasser, Essigsäure, einer zucker- und gummiartigen Materie und verschiedenen aufgelösten Salzen bestehend, wird in den Blättern in eine grünliche, zum Theil gerinnbare und mit Kügelchen versehene Flüssigkeit verwandelt, welche durch die Ernährungs-Gefässe in den Stamm des Gewächses zurückgeleitet und zur eigentlichen Ernährung, so wie zur Bildung, Entwickelung und zum Wachsthum von Theilen verwendet wird. Aus diesem Safte wird in den perennirenden Gewächsen die Materie zur Bildung neuer Holz-

Digitized by Google

und Rinden-Lagen abgesetzt, und aus ihm wird der Stoff zum Bilden neuer Knospen entnommen.

§. 218.

Der aus den Blättern ausgepresste Saft enthält das grüne, in Form eines Bodensatzes sich niederschlagende Satzmehl *(faecula)*. In ihm nimmt man grüne Körner oder Kügelchen wahr, die im rohen Safte noch nicht vorhanden sind. Zufolge Rouelle's [1], Einhof's [2], Proust's [3], Vauquelin's [4], Pelletier's und Caventou's [5] Untersuchungen besteht er aus einer grünen harzartigen Materie, dem Blattgrün, welches sich durch Alkohol und Aether ausziehen lässt und sehr verbrennlich ist, ferner aus Stärkmehl, einer kleberartigen Materie, und aus Pflanzen-Eyweiss. Bei der Erhitzung des Safts gerinnt dieses zum Theil in Form von Flocken; durch Säuren lässt es sich niederschlagen. Dass die grüne Farbe der Gewächse von dem unter dem Einflusse des Lichts stehenden Athmen abhängig ist, wurde durch Senebier und Gough [6] sattsam erwiesen. Auch die Umwandlung der in dem rohen Pflanzensafte vorhandenen Materien, des kohlensauren Wassers, der Essigsäure, der zucker- und gummiartigen Bestandtheile in die zusammengesetzteren organischen Verbindungen, wie sie im grünen Satzmehl vorkommen, muss als eine Wirkung des Athmens betrachtet werden, die noch auf keine genügende Weise erklärt worden ist. Mir scheint sie, nach den bis jetzt über das Athmen bekannt gewordenen Vorgängen, folgende Erklärungsart am ungezwungensten zuzulassen. Die in dem rohen Pflanzensafte vorhandenen Materien, die Essigsäure, besonders die zucker- und gummiartige Materien sind organische Verbindungen der niederen Art, in denen der Sauerstoff relativ zum Kohlenstoff in grosser Menge vorhanden ist. Dahingegen kommt in dem grünen Satzmehl, Stärke, eine kleberartige Materie und Eyweis vor, Materien, in deren Zusammensetzung relativ zum Kohlenstoff weniger Sauerstoff eingeht. Eben diese Veränderungen in den quantitativen Verhältnissen jener Elementarstoffe zu einander scheinen die Wirkungen des Athmens zu seyn, indem die Menge des Kohlenstoffs durch Aufnahme aus der Kohlensäure der Luft

Digitized by Google

absolut und relativ zum Sauerstoff vermehrt, die Menge des Sauerstoffs aber auch vielleicht noch durch Ausscheidung vermindert wird. Hierdurch werden wohl die organischen Verbindungen der niederen Art, wie sie sich im rohen Pflanzensaft zeigen, in organische Verbindungen der höheren Art verwandelt, die im grünen Satzmehl nachgewiesen sind [7]. Was endlich den in der kleberartigen Materie und im Eyweiss des Satzmehls vorhandenen Stickstoff betrifft, so wird dieser wahrscheinlich aus dem Humus aufgenommen und ist bereits in dem rohen Pflanzensaft vorhanden, worin auch eine Stickstoffhaltige Materie von einigen Chemikern aufgefunden worden ist. Mit dem Entstehen der durch das Athmen hervorgebrachten organischen Verbindungen der höhern Art, scheint nun das erste Erscheinen von organischen Formen-Bestandtheilen, Kügelchen, verbunden zu seyn.

1) Crell Beiträge zu den chem. Annalen B. 1. St. 3. S. 87.

2) Gehlen's Neues allgemeines Journal der Chemie B. 6. S. 67.

3) *Annal. de Chim. et de Physiq. T.* 10. *p.* 31. *Journal de phys T.* 56. *p.* 97.

4) *Annal. de Chimie T.* 83. *p.* 42.

5) *Annales de chimie et de physique T.* 9. *p.* 194. *Journal de Pharmacie T.* 3. *p.* 486.

6) *Manchester Mem. T.* 4. *p.* 501.

7) Gemeines Gummi besteht zufolge Berzelius Untersuchungen aus: 41,906 Kohlenstoff
6,788 Wassesstoff
51,306 Sauerstoff.

Stärkemehl enthält: 43,481 Kohlenstoff
7,064 Wasserstoff
49,455 Sauerstoff.

In der Holzfaser finden sich nach Gay-Lussac und Thenard:
52,53 Kohlenstoff
5,69 Wasserstoff
41,78 Sauerstoff

Und im Eyweiss kommen vor:
52,883 Kohlenstoff
7,540 Wasserstoff
3,872 Sauerstoff
16,705 Stickstoff.

Digitized by Google

§. 219.

Der in den Blättern unter dem Einfluss des Lichts und der Wärme durch die Vorgänge des Athmens bereitete Nahrungssaft, organische Verbindungen der höheren Art, Stärkemehl, Harzartige Materien, Eyweiss und Kleber enthaltend, ist die Flüssigkeit, welche durch Gefässe eigener Art aus den Blättern weggeleitet, den verschiedenen Theilen und Gebilden der Gewächse zum Behufe ihrer Ernährung zugeführt wird. Hierauf werden wir bei der Saft-Bewegung und Ernährung zurückkommen. Die Beschaffenheit des Ernährungs- und Bildungs-Safts scheint übrigens nach den Arten der Gewächse verschieden zu seyn, wie sich aus der verschiedenen Mischung der Pflanzen und ihrer Producte schliessen lässt. Die Verschiedenheit desselben, bei Aehnlichkeit der durch die Wurzeln eingesaugten rohen Nahrungs-Materien und bei Gleichheit der äusseren das Athmen unterhaltenden Einflüsse, worüber die Chemie bis jetzt noch keine genügende Erklärung gegeben hat, kann wohl nur als eine Wirkung der in den verschiedenen Gewächs-Arten sich auf eine besondere Weise äussernden Bildungs-Thätigkeit angesehen werden, durch welche jede Pflanzen-Art einen ihren Bedürfnissen entsprechenden Nahrungssaft bereitet.

§. 220.

Zuletzt wollen wir hier noch die Veränderungen angeben, welche in der atmosphärischen Luft durch die Wurzeln, Blüthen und Früchte hervorgebracht werden. Erwiesen ist es, dass diese Theile nicht dieselben Veränderungen bewirken, wie die grünen Theile der Gewächse, namentlich die Blätter. Wurzeln von Pflanzen, die eben aus der Erde genommen, in einen mit feuchter atmosphärischer Luft gefüllten Recipienten gebracht sind, während der Stamm und die Blätter der Luft ausserhalb des Recipienten ausgesetzt bleiben, und nur die Enden der Wurzeln sich im Wasser befinden, saugen bei Tag, zufolge Th. de Saussure's Versuchen, Sauerstoff ein, und exhaliren dagegen etwas kohlensaures Gas. Sie verhalten sich also wie die Blätter zur Nachtzeit. Brachte er Stickgas, Wasserstoffgas

Digitized by Google

oder kohlensaures Gas in den Recipienten, worin sich die Wurzeln befanden, so starben die Pflanzen bald ab.

§. 221.

Verschieden von der Wirkung der Blätter auf den Dunstkreis ist auch die der Blüthen. Th. de Saussure [1] fand bei seinen Versuchen, dass sie alle, selbst die Blüthen der Wasserpflanzen, Sauerstoffgas aufnehmen, und sich nicht in Medien entwickeln, denen dieses Gas abgeht. Sie verwelken im luftleeren Raum und im Stickgas. Wenn man eine Blume unter einen Recipienten mit atmosphärischer Luft bringt, die durch Quecksilber gesperrt ist; so wird die Menge der Luft nur wenig oder gar nicht vermindert, so lange Oxygen vorhanden ist. Die Blume saugt dies ein und ersetzt es durch eine fast gleiche Menge von kohlensaurem Gas. Dieser Process wird durch die Einwirkung des Sonnenlichts und der Wärme beschleunigt; im Schatten dagegen und in der Kälte erfolgt er langsamer. Im Allgemeinen erzeugen die Blüthen bei gleichem Gewicht mehr kohlensaures Gas, als die grünen Blätter in gleicher Zeit im Dunkeln hervorbringen. Die Einsaugung von Sauerstoffgas und die Erzeugung von kohlensaurem Gas wird hauptsächlich durch die Geschlechtstheile bewirkt. Früher wollte Saussure [2] gefunden haben, was auch Grischow [3] bemerkt zu haben glaubte, dass die Blüthen Stickgas erzeugen. Bei seinen neueren Versuchen aber nahm jener wahr, dass sie weder Stickgas noch Wasserstoffgas als solches aushauchen.

1) *De l'action des fleurs sur l'air; in Annales de Chimie et de Physique T.* 21. *p.* 279. *Nov.* 1822.

2) *Recherches chimiques sur la végétation p.* 127.

3) Ueber das Athmen der Gewächse. S. 154.

§. 222.

Was die in der atmosphärischen Luft durch die Früchte hervorgebrachten Veränderungen anlangt, so hatte Th. de Saussure [1] gefunden, dass grüne Früchte ähnliche Veränderungen bewirken wie die Blätter. Sie nahmen dem Lichte ausgesetzt kohlensaures Gas auf und hauchten Oxygengas aus, jedoch in geringerer Menge und um so weniger, je

Digitized by Google

mehr sie sich dem Zeitpunkt der Reife näherten. Berard [2] dagegen wollte bei seinen Versuchen über das Reifen der Früchte bemerkt haben, dass grüne Früchte, Erdbeeren, Birnen, Aepfel, Aprikosen, Feigen, Kirschen, Stachelbeeren, Trauben u. a. in keiner Epoche ihres Wachsthums bei dem Einflusse des Sonnenlichts sich wie Blätter verhalten, und dass sie weder kohlensaures Gas anziehen, noch Sauerstoff aushauchen; ihre alleinige Einwirkung auf die Atmosphäre bestehe vielmehr, sowohl im Lichte wie im Schatten, Sauerstoff aufzunehmen und Kohlensäure auszuhauchen. Dieser Widerspruch veranlasste Saussure [3] neue Versuche anzustellen, und er zeigte, dass grüne Früchte, Erbsen, Kirschen, Pflaumen, Aepfel und Trauben sowohl in Kohlensäure haltender Luft, als in kohlensaurem Wasser beim Sonnenlicht Sauerstoffgas entwickeln und die Kohlensäure zersetzen; in der Dunkelheit dagegen Sauerstoff aufnehmen und kohlensaures Gas ausstossen; dass sie also dieselben Veränderungen in der Luft wie die Blätter hervorbringen, wiewohl in geringerem Grade. Erfolgt ihr Wachsthum sehr langsam, so verderben sie die Luft unter allen Umständen, doch weniger im Lichte als in der Dunkelheit. Und endlich glaubt er gefunden zu haben, dass sie im unreifen Zustand und in der Periode, wo sie sauer zu werden anfangen, auch einen Theil des Sauerstoffs der Luft absorbiren, der mithin zur Entwickelung ihrer Säure das seinige beitragen dürfte.

1) *Recherches sur la végétation p.* 57. 129.

2) *Annales de Chimie et de Phisique T.* 16. *p.* 157. *Janv.* 1821.

3) *De l'influence des fruits verts sur l'air avant leur maturité; in Mém. de la Societé de physique et d'hist. naturelle de Genève. T.* 1. *p.* 245. *Annal de Chim. et de Physiq: T.* 19. *p.* 143.

II. *Athmen der Thiere.*

§. 228.

Bei allen Thieren muss die aus den Alimentar-Stoffen durch die Thätigkeit der Verdauungs-Werkzeuge bereitete rohe Nahrungs-Flüssigkeit der Einwirkung der atmosphärischen Luft ausgesetzt werden, damit sie die zur Erhaltung

Digitized by Google

des Ernährungs-Processes erforderlichen Eigenschaften erlange. Hierbei verbinden sich Bestandtheile der atmosphärischen Luft mit dem rohen Nahrungssafte, während dieser Bestandtheile an die Luft zurückgibt. Dadurch wird derselbe dem thierischen Körper in der Mischung verwandter gemacht, und er erlangt die Fähigkeit sich mit den festen Theilen bei der Ernährung zu verbinden, deren Mischung, Organisation und vitale Thätigkeits-Aeusserungen zu zeigen. Die Nothwendigkeit des zwischen dem rohen Nahrungssaft und der Luft statt findenden Austausches von Materien für die Erhaltung des Lebens ergibt sich daraus: dass alle Thiere, welche ausser Verbindung mit der atmosphärischen Luft gesetzt werden, wenn sie in den luftleeren Raum oder in andere Gasarten, kohlensaures, Wasserstoffgas, Stickgas u. a. gelangen, schneller oder langsamer sterben. Der Tod tritt um so schneller ein, oder das Fortbestehen des Lebens zeigt sich bei den Thieren um so mehr vom Athmen abhängig, je zusammengesetzter ihre Organisation ist, und je mannigfaltiger und intensiver ihre Kraft- oder Lebens-Aeusserungen sind. Zwischen dem Grade der Entfaltung ihres Nervensystems und ihrer Bewegungs-Organe, und dem Athmungsbedürfniss findet daher unverkennbar eine genaue Beziehung statt, wie G. R. Treviranus [1] und A. F. Schweigger [2] dargethan haben. Je mehr und je schneller durch die Thätigkeits-Aeusserungen dieser Apparate bei einem Thiere Blut verbraucht wird, um so mehr bedarf es zu seiner Erhaltung eines zusammengesetzten Verdauungs-Apparats zur Bereitung des rohen Nahrungsstoffs und einer innigen Wechsel-Wirkung mit der Luft, damit dieser in Blut verwandelt und jener Verlust wieder ersetzt werde.

1) Biologie B. 2. S. 463.

2) Naturgeschichte der skelettlosen Thiere S. 138.

§. 224.

Die atmosphärische Luft, welche allein dauernd den Athmungs-Process zu unterhalten im Stande ist, wirkt entweder unmittelbar auf die Thiere ein, wie bei den Luft athmenden, oder sie ist dem Wasser beigemischt, und mittelst desselben wird das Athmen zu Stande gebracht, wie

Digitized by Google

bei den meisten dieses Element bewohnenden Thieren. Bei den in anderen Thier-Körpern sich aufhaltenden Eingeweidewürmern scheint das Athmen durch die aus dem arteriellen Blute abgesonderten und die Thiere bespühlenden Säfte unterhalten zu werden.

§. 225.

Die Einwirkung der Luft erfolgt bei den niedersten, im Wasser oder in thierischen Säften sich aufhaltenden Thieren auf der Oberfläche ihres Körpers, ohne dass besondere Werkzeuge für das Athmen vorhanden sind. Dies ist der Fall bei den Infusorien, Polypen, Medusen und Eingeweidewürmern, ferner unter den Ringwürmern bei den Nereïden, Gordien und Planarien. Hier scheint die aus den Nahrungsmitteln bereitete und unmittelbar aus dem Nahrungsschlauch in ihre Substanz gelangte Flüssigkeit, durch den Einfluss der Luft auf ihre äussere Fläche assimilirt und befähigt zu werden, in ihre Masse überzugehen und sich mit derselben zu identificiren. Bei den übrigen Thieren gibt es besondere das Athmen unterhaltende Werkzeuge. Die Grundlage derselben bildet entweder die in Gestalt von Blättern, Aesten oder Büscheln sich verlängernde äussere Haut; oder es ist eine in das Innere des Körpers sich hineinziehende, hohle Blasen, Säcke oder Röhren darstellende Schleimhaut[1]. Mit diesen Häuten treten die Athmungs-Medien, die Luft oder das Wasser in Verbindung, und äusseren durch dieselben ihre Einwirkung auf die meistens in Gefässnetzen enthaltenen Nahrungssäfte der Thiere. Je grösser die Flächen sind, welche jene Häute den Athmungs-Medien darbieten, um so schneller, reichlicher und lebhafter erfolgt der Austausch von luftartigen Materien zwischen diesen und den Säften. Wir wollen versuchen einen gedrängten Ueberblick der Anordnung und des Baus der Athmungs-Werkzeuge der Thiere zu geben.

1) J. J. Fouquet *De organi respiratorii in animalium serie evolutione. Halae* 1817. 8.

§. 226.

Die Athmungs-Werkzeuge der Luft athmenden Thiere sind Lungen oder Luftgefässe. Die Lungen der Wirbel-

Digitized by Google

thiere, der Säugethiere, Vögel und Amphibien, sind hohle, blasenartige, in der Brusthöhle gelagerte Säcke, welche durch einen Kanal, die Luftröhre und den Kehlkopf, mit dem Rachen, und mittelst dieses mit der Nasen- und Mund-Höhle in Verbindung stehen. Diesem Kanal liegt eine Schleimhaut zum Grunde, die sich von der Luftröhre aus in Aeste, Zweige und Reiser theilt, und zuletzt mit abgerundeten, und geschlossenen Bläschen, den Lungen-Zellchen, endigt. In den Säugethieren und Vögeln, deren Leben in einem höheren Grade von dem Einflusse der Luft auf das Blut abhängig ist, als bei den Amphibien, sind jene Zweige und Zellchen am zahlreichsten und kleinsten; während die Schleimhaut bei letzteren oft gleich beim Eintritt der Luftröhre in die Lungen geräumige Blasen oder Schläuche darstellt, die zugleich die Stelle von Luftbehältern während des Untertauchens vertreten. Bei den Vögeln stehen die Lungen noch mittelst Oeffnungen mit häutigen in der Brust und Bauch-Höhle liegenden Zellen und Säcken in Verbindung, die sich selbst in die meisten hohlen und markleeren Knochen fortsetzen. Bei dieser Einrichtung wirkt die Luft nicht nur auf das durch die Lungen circulirende Blut, sondern sie übt auch noch einen Einfluss auf die Organe selbst aus. An dem Stamme und den Aesten der Luftröhre ist die Schleimhaut mit vollständigen Knorpel-Ringen, oder mit Segmenten solcher Ringe belegt. Bei der weiteren Vertheilung der Luftröhre in die Lungen-Substanz werden die Knorpel allmählig kleiner, dünner, und verschwinden endlich. In den meisten Amphibien verlieren sich jedoch die Knorpel schon beim Eintritt der Luftröhre in die Lungen. Diese Knorpel erhalten die Schleimhaut der Lungen ausgebreitet und für die aufzunehmende Luft zugänglich. Zwischen den Knorpeln, so wie auf der Schleimhaut selbst, wo sich jene verlieren, befindet sich meistens eine Schichte von kreisförmigen Muskelfasern. Sie werden beim Einathmen durch die Luft ausgedehnt und tragen beim Ausathmen durch ihr lebendes Contractions-Vermögen zum Austreiben der Luft bei. Die hohle und baumartig sich verzweigende Schleimhaut, mit den blind sich endigenden Lungen-Zellchen werden beim Einathmen mit Luft gefüllt, während sie sich beim Ausathmen zum Theil entleeren.

Digitized by Google

Zu den Aesten der Luftröhre tritt bei den Säugethieren, Vögeln, Schildkröten, Eidechsen und Schlangen eine aus dem Herzen entspringende Pulsader, die Lungen-Arterie, die sich neben den Aesten, Zweigen und Reisern der Luftröhre gleichfalls verzweigt, und zuletzt auf den Lungen-Zellchen ein sehr feines Netz, das Lungen-Capillar-Gefässsystem, darstellt. Bei den Fröschen, Kröten, Salamandern und Tritonen dagegen sind die Arterien der Lungen Aeste der Aorta. Aus jenem Netze, in welches sich die Lungen-Arterie auflöst, nehmen Venen ihren Ursprung, die sich zu Zweigen, Aesten und Stämmen vereinigen, und mit dem Herzen verbinden. Zu dem Kehlkopf und den Lungen begeben sich zahlreiche, in die Muskeln, die Schleimhaut und die Wandungen der Pulsadern der Athmungs-Werkzeuge sich verzweigende Aeste des aus dem verlängerten Rückenmarke entspringenden Lungen-Magen-Nervenpaars *(Vagus)*.

Das in Vermischung mit dem Milchsaft und der Lymphe zum Herzen gelangende Venen-Blut wird entweder **ganz, wie bei den Säugethieren und Vögeln, oder nur zum Theil, wie bei den Amphibien, durch das Herz in die Lungenarterien getrieben. In den feinsten Verzweigungen derselben wird es durch die Einwirkung der eingeathmeten Luft in arterielles Blut verwandelt. Dieses kehrt durch die Lungen-Venen zum Herzen zurück, um als die Ernährungs-Flüssigkeit durch die Körper-Pulsader *(Aorta)* in alle Theile zum Behufe der Ernährung geführt zu werden.**

§. 227.

Mehrere Mollusken aus der Ordnung der Bauchfüssler athmen ebenfalls Luft durch eine Lunge. Zu diesem gehören die auf dem Lande lebenden Erdschnecken *(Limax)*, Testacellen, Parmacellen, Weinbergschnecken *(Helix)*, Pupen, Clausilien u. m., so wie die meisten im süssen Wasser sich aufhaltenden Tellerschnecken *(Planorbis)*, Onchydien, Schlammschnecken *(Lymnaea)* Blasenschnecken *(Physa)* u .a. Die Lunge besteht in einer sackartigen Höhle, zu der ein rundliches, von einem Schliess-Muskel umgebenes Loch führt, durch welches die Thiere abwechselnd Luft aufnehmen und ausstossen. Im Innern ist die Höhle von

Digitized by Google

einer fein gefalteten Schleimhaut ausgekleidet, in die sich Blutgefässe netzartig verbreiten. Das aus dem Körper zurückkehrende Blut sammelt sich in einem Venenstamme, der Hohlader, die sich nach Art einer Pulsader in die Lunge vertheilt. Das der Luft ausgesetzt gewesene Blut wird durch die Lungen-Vene in den Vorhof des Herzens ergossen.

Jener Lunge ähnlich scheinen die bei manchen Ringwürmern, den Erdwürmern *(Lumbricus)* und den Blutegeln *(Hirudo)*, seitlich am Körper vorkommenden kleinen Luft-Zellen, oder häutigen Bläschen, zu seyn, die mittelst einer kleinen Oeffnung nach aussen münden, und in deren Wandungen sich Gefässe verzweigen.

§. 228.

Die Insekten nehmen Luft durch kleine rundliche oder Spaltenförmige Oeffnungen auf, die sich in Reihen zu beiden Seiten an den einzelnen Stücken oder Abschnitten ihres Körpers befinden, und Luftlöcher *(Stigmata)* genannt werden. Sie sind nach dem Aufenthalte der Insekten verschieden geformt, und werden oft durch Klappen, Borsten und Haare gegen das Eindringen fremder Körper geschützt, wie C. Sprengel [1] dargethan hat. Ihr Oeffnen und Schliessen wird durch Muskeln bewirkt. Von den Luftlöchern aus verbreiten sich zu allen Organen und Gebilden des Insekten-Körpers hohle, ästige und sehr fein sich zertheilende Röhrchen, die Luftgefässe *(Tracheae)*. Ihre Wandungen bestehen aus drei Schichten von Häuten, von denen die mittlere aus spiralartig gewundenen, silberweiss glänzenden, sehr elastischen Faden gebildet ist. Durch diese Röhren wird die Luft den Organen selbst zugeführt, welche hier unmittelbar ihre Einwirkung auf den Nahrungssaft ausübt. Bei den im Wasser sich aufhaltenden Insekten befinden sich die Luftgefässe am After und sie sind oft zu Schläuchen erweitert, um als Luftbehälter zu dienen.

Die spinnenartigen Thiere athmen gleichfalls Luft durch Luftlöcher, welche zu lungenartigen Säcken oder zu Luftgefässen führen.

1) *Commentarius de partibus, quibus insecta spiritus ducunt. Lipsiae* 1815. 4.

Digitized by Google

§. 229.

Das mittelst des Wassers bewirkte Athmen wird durch Kiemen, oder durch hohle, Wasser in sich aufnehmende, Kanäle vollzogen. Die Kiemen der grössten Anzahl von Fischen stellen plattenförmige, am hinteren Theil des Kopfs gelagerte Organe dar, welche an besondern, den Rippen ähnlichen Knochen oder Knorpeln, den Kiemenbogen, befestigt sind. Oben sind die Bogen an den Schädel, unten an die Zungenbeine eingelenkt, und können durch Muskeln bewegt werden. Jede Kieme, deren meistens vier oder fünf Paare vorhanden sind, ist aus sehr zahlreichen Lamellen zusammengesetzt, wodurch sie für die Einwirkung des Wassers eine grosse Berührungsfläche darbieten.

Die Kiemen sind entweder nur an ihrem oberen Rande befestigt, wie bei den Gräthen-Fischen; oder sie sind an beiden Rändern adhärirend, wie bei den Rochen und Hayen. Bei ersteren werden sie von einem beweglichen Knochenstücke, dem Kiemendeckel und der Kiemenhaut bedeckt, unter denen das mittelst des Munds aufgenommene Wasser durch eine weite Oeffnung entweicht. Bei letzteren dagegen mangelt der Kiemendeckel, und es finden sich mehrere für den Durchgang des Wassers bestimmte Oeffnungen, die Kiemenlöcher *(foramina branchialia)*.

In einigen Fischen, wie bei dem Seepferdchen *(Hippocampus)* und den Nadelfischen *(Syngnathus)* [1], haben die Kiemen eine traubenartige Form; oder sie bilden wie bei mehreren Saug-Fischen, den Lampreten *(Petromyzon)* und dem Blindfisch *(Myxine glutinosa)*, nach Gunnerus [2], Bloch's [3] und Home's [4] Untersuchungen, blasenartige Säcke, zu denen das Wasser durch einen von der Mundhöhle ausgehenden Kanal geleitet wird, und durch mehrere an den Seiten befindliche Löcher sich entleert.

Die Kiemen bestehen äusserlich aus einer zarten Schleimhaut, einer Fortsetzung und Verlängerung der Mund- und Rachen-Haut. Zu ihnen gelangt ein grosser, aus der einfachen Herzkammer entspringender Pulsaderstamm, die Kiemen-Arterie, welche sich zunächst in so viele Aeste theilt als Kiemen-Platten oder Kiemen-Säcke vorhanden sind. Jeder Ast sendet sehr zahlreiche Zweige zu den Kiemen-Blätt-

Digitized by Google

chen, und diese lösen sich mit feinen Netzen in die Schleimhaut auf. Mit den zartesten Verzweigungen der Arterien sind die Venen verbunden. Diese vereinigen sich zu Zweigen und Aesten, und bilden an der unteren Fläche des Schädels einen grossen Pulsader-Stamm, die Körper-Arterie *(Aorta)*. Die Kiemen-Schlagader leitet aus dem Herzen venöses Blut mit Chylus und Lymphe vermischt den Kiemen zu. Das Luft haltende, durch den Mund oder die Kiemenlöcher aufgenommene Wasser, kommt mit den Kiemen in vielfache Berührung, wirkt auf das diefeinen Gefässnetze durchströmende venöse Blut und verwandelt es in arterielles. Dieses Blut wird als die Ernährungs-Flüssigkeit durch die Aorte vertheilt und allen Organen zugeführt.

1) Meine Untersuchungen über die Kiemenbildung der Nadelfische; in Meckel's Archiv für die Physiologie B. 2. S. 210.
2) Schriften der Drontheimer Gesellschaft B. 2. S. 230.
3) Naturgeschichte der ausländischen Fische B. 9. S. 67.
4) *Philosophical Transactions for the Year* 1815. *P.* 2. *p.* 256.

§. 230.

Bei weitem die meisten Fische sind ausser den Kiemen noch mit einem der Lunge ähnlichen Organe, der Schwimmblase, versehen. Sie liegt in der Bauchhöle längst der unteren Fläche der Wirbelsäule und steht gewöhnlich mittelst eines häutigen Kanals mit dem Schlunde oder Magen in Verbindung. In ihren Wandungen verbreiten sich zahlreiche Blutgefässe, so wie Zweige des Lungen-Magen-Nerven *(Vagus)* und des sympathischen Nerven [1]. Die in der Schwimmblase sich vorfindende Luft ist zufolge Priestley's [2], Fourcroy's [3], Brodbelt's [4], Biot's [5], Erman's [6], Configliachi's [7], Provençals und von Humboldt's [8], Geoffroy's [9], und Delaroche's [10] Untersuchungen aus ähnlichen Bestandtheilen wie die atmosphärische Luft zusammengesetzt, nämlich aus Sauerstoff, Stickstoff und Kohlensäure, jedoch in sehr veränderlichen quantitativen Verhältnissen. Bei den Süsswasserfischen nahm Erman weniger Sauerstoffgas als in der atmosphärischen Luft wahr, Biot dagegen fand bei Fischen des Meeres, besonders bei denen, die sich in grossen Tiefen aufhalten, verhältnissmässig mehr Sauerstoffgas als in der

gemeinen Luft. Lacepede[11] wollte auch Wasserstoffgas darin gefunden haben, welche Gasart aber von anderen Naturforschern nicht bemerkt worden ist.

Höchst wahrscheinlich vertritt die Schwimmblase die Stelle eines Hülfs-Organs beim Athmen, wie Fischer[12], Nitzsch[13], G. R. Treviranus[14], u. a. angenommen haben. Diejenigen Fische scheinen vorzüglich mit Hülfe der Schwimmblase zu athmen, welche sich durch sehr lebhafte und andauernde Bewegungen auszeichnen. Sie scheinen unter Umständen, wo sie mehr athmenbare Luft aufnehmen, als sie verbrauchen, dieselbe in der Schwimmblase anzuhäufen, und diese unter Verhältnissen, wo sie einer grossen Menge derselben bedürfen, zu verzehren. Hierfür spricht, dass besonders die fliegenden Fische mit sehr grossen Schwimmblasen versehen sind, so die Triglen, und nach von Humboldt's Untersuchungen der fliegende Häring *(Exocoetus volitans)*. Auch Delaroche sah die Schwimmblase bei *Scorpaena volitans* sehr gross, während sie bei den nicht fliegenden Arten dieser Gattung *(Scorpaena porcus, scrosa, dactyloptera u. a.)* gewöhnlich mangelt. Ferner sind die durch rasches Schwimmen sich auszeichnenden Salm-Arten, der Schwertfisch, die Hechte, Bärsche, Häringe, der Bichir *(Polypterus niloticus)* u. a. mit einer grossen Schwimmblase ausgerüstet. Dagegen aber fehlt sie den trägen mehr auf dem Boden der Gewässer und im Schlamm sich aufhaltenden, und langsam sich bewegenden Fischen, den Rochen, Froschfischen *(Lophius)*, Lampreten *(Petromyzon)*, mehreren Schleimfischen *(Blennius)*, den Bandfischen *(Taenia)*, Ansaugern *(Echeneis)*, Groppen *(Cottus)*, Schollen *(Pleuronectes)* u. a. Ob die Schwimmblase zugleich noch als ein Hülfs-Organ beim Schwimmen zu betrachten ist und durch ihre Ausdehnung und Verengerung das Heben und Senken der Fische bewirkt, wie Borelli[15] annahm, ist nicht entschieden. Da mehrere Fische, denen die Schwimmblase abgeht, gute Schwimmer sind; da ferner dieselbe nicht immer mittelst eines Kanals mit dem Schlunde und Magen verbunden ist, um die Luft austreten zu lassen; und da dieselbe endlich, wie bei dem Schlamm-Peitzger, *(Cobitis fossilis)*, in einer knöchernen Kapsel eingeschlossen und folglich keiner Verengerung und Erweiterung fähig ist, so er-

Digitized by Google

scheint jene Ansicht nicht wahrscheinlich. Ausserdem kann noch angeführt werden, dass Fische, deren Schwimmblase durchstochen ist, dennoch im Stande sind, sich im Wasser zu erheben und zu senken, wie von Humboldt und Provençal bei ihren Versuchen wahrnahmen.

Mehrere Fische athmen auch durch den Darmkanal, indem sie Luft durch den Mund aufnehmen und verschlucken, wie dies durch die schätzbaren Versuche Ermans[16] mit dem Schlamm-Peitzger *(Cobitis fossilis)* erwiesen ist. Die Luft geht als kohlensaures Gas durch den After ab. Auch der Zitteral *(Gymnotus electricus)* kommt nach von Humboldt's Beobachtungen an die Oberfläche des Wassers um Luft zu verschlucken. Sylvestre[17] zeigte ferner, dass Fische in Gefässen, wenn sie die dem Wasser beigemischte Luft durch das Athmen verzehrt haben, an die Oberfläche des Wassers kommen, um Luft aufzunehmen. Zufolge Edward's[18] Versuchen ist das Athmungs-Bedürfniss in einer höheren Temperatur gesteigert, daher viele Fische während des Sommers auch noch Luft durch den Mund aufnehmen.

1) Weber *Anatome comparata nervi sympathici. Lipsiae* 1817. *p.* 58.

2) Versuche und Beobachtungen über verschiedene Theile der Naturlehre B. 2.

3) *Annales de Chimie T.* 1. *p.* 47.

4) Nicholson *Journal of natur. Philosophy V.* 1. *p.* 284.

5) *Mém. de physique et de chimie de la societé d'Arcueil V.* 1. *p.* 253. *V.* 2. *p.* 487.

6) Gilbert's Annalen der Physik B. 30. S. 113.

7) *Memoria sull'analysi dell'aria contenuta nella vesica natatoria dei pesci. Pavia* 1809.

8) *Mém. de la societé d'Arcueil T.* 2. *p.* 400. von Humboldt's Reise in die Aequinoctial-Gegenden B. 1. S. 306.

9) *Annales du Mus. d'histoire natur. T.* 13. *p.* 460.

10) — — — — — — *T.* 14. *p.* 184. 245.

11) *Hist. natur. des poissons T.* 1. *p.* 102.

12) Ueber die Schwimmblase der Fische. Leipzig 1795.

13) *De respiratione animalium. Vitenberg* 1808 *p.* 16.

14) Annalen der Wetterauer Gesellschaft für die gesammte Naturkunde B. 3. S. 142. Vermischte Schriften B. 2. S. 156.

15) *De motu animalium Cap.* 23.

16) Gilbert's Annalen der Physik B. 3. S. 140.

17) *Bulletin des sc. de la societé philomatique T.* 1. *p.* 17.

18) *De l'influence des agens physiques sur la vie. Paris* 1824 *p.* 118.

Digitized by Google

§. 131.

So wie die meisten Fische ausser den Kiemen noch mit Hülfs-Organen zur Unterhaltung des Athmungs-Processes versehen sind, so finden sich bei einigen Amphibien ausser den Lungen noch Kiemen.

Dies ist nach Schreiber's [1], Cuvier's [2], Configliachi's und Rusconi's [3] Untersuchungen bei jenen merkwürdigen Thieren, dem Proteus und der Sirene, der Fall, welche in dem Bau und den Lebens-Aeusserungen Verbindungs-Glieder zwischen der Classe der Fische und Amphibien darstellen. Sie haben wahre büschelförmige Kiemen, die wie bei den Fischen an Kiemenbogen befestigt sind und zu denen Aeste der Aorta gelangen. Das die Kiemen bespühlende Wasser unterhält ihr Athmen unter den gewöhnlichen Umständen. Bei gesteigertem Athmungs-Bedürfnisse nehmen sie Luft in die Lungen auf. Ferner sind auch die Larven der Frösche, Salamander und Tritonen mit Kiemen ausgerüstet, und zu ihnen treten gleichfalls nach Rusconi's [4] Untersuchungen Aeste der Aorta.

1) *Phisophical Transactions for the Year* 1801. *p.* 255.

2) *Recherches anatomiques sur les reptiles regardés encore comme douteux. Paris* 1807. *Fol.*

3) *Del proteo anguino di Laurenti. Pavia* 1819. 4.

4) *Descrizione anatomica degli organi della circolazione della larva della Salamandre acquatiche. Pavia* 1817. 4.

§. 232.

Zu den durch Kiemen athmenden Thieren gehören ferner die Crustaceen, und die grössere Anzahl der Mollusken und Ringwürmer. Bei ersteren befinden sich die büschel- oder blätter-förmigen Kiemen entweder an der äusseren Fläche des Körpers, wie bei den Schaufelkrebsen *(Squilla)* und den Brachiopoden, den Kiemenfüssen *(Apus)*, den Stielschwänzen *(Limulus)* u. a., wo sie an der unteren Fläche des Schwanzes festsitzen; oder sie liegen unter dem Rückenschild versteckt, wie bei den Dekapoden, den eigentlichen Krebsen und Krabben. Das venöse Blut gelangt in die Kiemen durch Gefässe, welche aus den Venenstämmen des Körpers entspringen und sich in die Kiemen verzweigen, und wird alsdann in das Herz ergossen. Diese Kie-

Digitized by Google

men sind zufolge Audouin's und Milne Edward's Versuchen geschickt, nicht nur das Athmen im Wasser, sondern auch in der Luft zu unterhalten, und zwar in letzterer so lange sie nicht durch Verdunstung auftrocknen.

§. 233.

Von den Weichthieren athmen die Cephalopoden, Pteropoden, Acephalen, Brachiepoden und viele Gasteropoden durch Kiemen. Sie zeigen in ihrer Anordnung viele Verschiedenheiten. Die Cephalopoden, die Sepien, haben zwei ästige Kiemen, welche innerhalb der muskulösen sackförmigen Höhle ihres Körpers liegen. Bei den Pteropoden, den Gattungen *Clio, Pneumadermon, Hyalea,* u. a. befinden sich die Kiemen an ihrer Oberfläche theils als flossenartige Häute, theils in Form von kleinen Lamellen. Die Acephalen, wie die Austern, Mies- und Teich-Muscheln *(Mytilus Anodonta)*, Herzmuscheln, *(Cardium, Chama, Donax, Tellina, Venus)*, Myen, Entenmuscheln *(Anatina)*, und Scheidenmuscheln *(Solenaceae)* haben vier grosse innerhalb der Schale und dem Mantel gelagerte Kiemenblätter, die von zahlreichen Blutgefässen durchzogen sind. Bei den Brachypoden, wie bei den Gattungen *Lingula, Terebratula, Orbicula* u. a. bestehen die Kiemen in Blättchen, die an der einen Seite des Randes des Mantels befestigt sind. Bei den durch Kiemen athmenden Gasteropoden liegen die Kiemen bald in Gestalt von Büscheln, Pinseln, Fächern oder Kämmen an der Oberfläche ihres Körpers, wie bei den schalenlosen Gattungen *Doris, Tritonia, Thethys, Scyllaea, Glaucus* u. a.; bald sind sie in Form von Lamellen unter dem Rande des Mantels versteckt, wie bei den Gattungen *Phyllidia, Pleurobranchus, Aplysia* und den mit Gehäuse versehenen Gattungen *Patella und Chiton;* oder sie bilden, wie bei den mit Schalen versehenen Gasteropoden zahlreiche Blättchen, welche an einer unter der letzten Windung der Schale liegenden sackförmigen Haut befestigt sind, zu der eine Spalte führt, wie bei den Gattungen *Turbo, Paludina, Trochus, Janthina, Nerita, Conus, Cypraea, Voluta*, u. a.

Bei mehreren endlich verlängert sich der Rand des Mantels zu einer Athmungsröhre, durch welche das Was-

Digitized by Google

ser in die Kiemenhöhle aufgenommen und ausgestossen wird, wie dies bei den Gattungen *Murex* und *Strombus* der Fall ist. Bei den Mollusken wird das aus den verschiedenen Theilen zurückkommende venöse Blut durch den Stamm der Körper-Vene oder Hohlader in die Kiemen geleitet, indem sie sich wieder nach Art einer Arterie verzweigt. Aus den Kiemen gelangt das Blut durch die Kiemen-Venen in das Herz um als die Ernährungs-Flüssigkeit im Körper vertheilt zu werden. In den Sepien jedoch befinden sich an den Uebergangsstellen der beiden Körper-Venenstämme in die Kiemen-Pulsadern zwei muskulöse Herzkammern.

§. 234.

Die im Wasser sich aufhaltenden Ringwürmer athmen durch Kiemen, in die sich zahlreiche Blutgefässe netzartig vertheilen. Sie befinden sich bei den in Röhren eingeschlossenen Würmern am vorderen Ende oder am Kopf; bald in Gestalt von fächerartigen Büscheln wie bei den Darmröhren *(Serpula)* und Sandköchern *(Sabella)*; bald kammförmig, wie bei den Amphitriten; bald endlich als Bäumchen auf dem Halse, wie bei den Terebellen. Bei den frei im Wasser sich bewegenden Würmern sind die Kiemen der Länge nach auf dem Körper vertheilt, in Form von Büscheln bei den Amphinomen und Sandwürmern *(Arenicola)*, oder kammartig bei der Eunice, oder sie liegen unter Schuppen, wie bei den Aphroditen.

§. 235.

Unter den Echinodermen athmen die Holothurien durch ein mit der Kloake in Verbindung stehendes, hohles Organ, welches sich im Innern des Körpers neben dem Darmkanal in Aeste, Zweige und Reiser theilt, und mit abgerundeten und geschlossenen Bläschen endigt. Auf demselben befindet sich eine Abtheilung des Blutgefässsystems. Das Wasser wird abwechselnd durch die Kloake aufgenommen und ausgestossen. Die Seesterne, Seeigel und Actinien nehmen Wasser durch kleine Röhrchen in ihren Körper auf, wo es die Eingeweide unmittelbar bespühlt. Bei mehreren Medusen *(Physophora, Rhizophysa, Physalia, Medusa)* ver-

Digitized by Google

treten vielleicht die neben dem Magen vorkommenden Blasen die Stelle von Athmungs-Organen.

§. 236.

Das mittelst der Respirations-Werkzeuge vollzogene Athmen wird bei der grösseren Anzahl von Thieren durch Bewegungen bedingt, welche die Athmungs-Medien, die Luft oder das Wasser, in jenen Organen oder in deren Umgebung erneuern. Alle durch Lungen athmenden Thiere, die Säugthiere, Vögel und Amphibien, üben, so bald sie die Eyhüllen verlassen und mit der Luft in Berührung kommen, Bewegungen aus, wodurch die Luft in gewissen Zeiträumen in die Lungen aufgenommen und wieder ausgestossen wird. Bei den Säugethieren werden diese Bewegungen durch die Contraction des Zwerchmuskels, und anderer Muskeln vollzogen, die an den Kehlkopf und die beweglich an die Wirbelsäule eingelenkten Rippen befestigt sind; in deren Folge die Brusthöhle und die Athmungs-Wege abwechselnd erweitert und verengert, und die Luft in den Lungen erneuert wird. Ein gleiches erfolgt bei den Vögeln mittelst der Muskeln des Kehlkopfs und der Brusthöhle. Die Amphibien hingegen treiben die Luft durch die Muskeln der Zunge und der Zungenbeine, mittelst einer Art von Verschlucken, in den sich öffnenden Kehlkopf. Die Fische nehmen das Wasser durch den Mund auf, und bewegen es zwischen die Kiemen-Platten, aus denen es unter dem Kiemendeckel oder durch die Kiemenlöcher entweicht. Der die Muskeln der Athmungs-Werkzeuge in Thätigkeit versetzende Impuls wird bei allen diesen Thieren auf eine automatische Weise im Nervensystem erzeugt, und zwar im Rückenmark, aus dem jene in Muskeln sich verzweigenden Nerven ihren Ursprung nehmen. Unter den gewöhnlichen Umständen, wie dies namentlich im Schlafe der Fall ist, sind die Athmungs-Bewegungen unwillkürlich. Sie können jedoch unter Verhältnissen, die ein gesteigertes Athmungs-Bedürfniss bewirken, wie bei erhöhter Temperatur der Luft und des Wassers, bei starken Körper-Bewegungen und bei Aufregungen im Nervensystem, willkührlich von den Thieren beschleunigt und verstärkt werden.

Digitized by Google

Bei den Insekten finden Bewegungen an den Luftlöchern und Tracheen statt, wie sich aus den von Comparetti [3], Vauquelin [4], Hausmann [5], Sorg [6], und G. R. Treviranus [7] gemachten Beobachtungen ergibt. Bei den durch Lungen athmenden Mollusken wird die Luft in jenen durch abwechselnde Ausdehnung und Zusammenziehung von Muskeln in der Umgebung des Lungensacks erneuert. Die Sepien nehmen abwechselnd durch eine Röhre Wasser auf und stossen es wieder aus. Die mit Schalen versehenen Acephalen erneuern das Wasser in der Umgebung der Kiemen durch das Oeffnen und Schliessen der Schalenstücke. Endlich sieht man auch die Holothurien von Zeit zu Zeit Wasser durch die Kloake aufnehmen und wieder ausstossen.

1) *Gouan Historia piscium p.* 32.

2) *Duméril sur le mécanisme de la respiration despoissons; in Mémoires de Zoologie et d'Anatomie comparée. Paris* 1807. *p.* 17.

3) *De aure interna p.* 290.

4) *Annales de Chimie T.* 12. *p.* 273.

5) *De animalium exsanguium respiratione. Hannov.* 1803. *p.* 8.

6) *Disquisitio physiolog. circa respirationem insectorum et vermium. Rudolstadia* 1805. *p.* 27. 46. 66.

7) Biologie B. 4. S. 160.

§. 237.

Dadurch, dass bei den Thieren das Athmen von Bewegungen abhängig ist, zu denen die Aufregung im Nervensystem auf automatische oder willkührliche Weise erzeugt wird, unterscheidet sich dasselbe von der Respiration der Gewächse, die nicht durch Muskeln und den Nerven-Einfluss vermittelt wird.

An allen Thieren nehmen wir ferner ein Bestreben wahr, sich in den Medien durch eigene Thätigkeit zu erhalten, in denen ihr Athmen dauernd fortbestehen kann. Gelangen sie in ein nicht zur Unterhaltung des Athmens taugliches Medium, so sind sie eifrigst bemüht sich demselben durch Bewegungen zu entziehen. Das Athmen der Thiere wird also durch einen ähnlichen auf die Erhaltung des Körpers gerichteten und vom Nervensystem abhängigen Trieb bedingt, wie die Aufnahme der Nahrungsmittel durch den Nahrungstrieb. Thätigkeits-Aeusserungen der Art gehen den Pflanzen ab.

Digitized by Google

§. 238.

Was die Veränderungen anlangt, welche in den mit den Athmungs-Werkzeugen in Berührung kommenden Medien statt finden, so ist es durch zahlreiche chemische Untersuchungen erwiesen, dass sich Bestandtheile derselben mit den Säften der Thiere verbinden, während diese dagegen Bestandtheile an die Medien zurückgeben. Schon Mayow lehrte, die Luft erleide durch das Athmen der Thiere gleiche Veränderungen wie durch die Flamme eines brennenden Körpers. Priestley, Scheele und Lavoisier erwiesen die Zusammensetzung der atmosphärischen Luft aus zwei elastischen Flüssigkeiten, von denen die eine, der Sauerstoff, im Stande ist das Leben der Thiere und die Flamme zu erhalten, während in der anderen, dem Stickstoff, das Leben und die Flamme erlöschen. Ferner thaten sie dar, dass beim Athmen wie beim Verbrennen, Sauerstoff verschwindet und Kohlensäure erzeugt wird. Durch die neuesten Untersuchungen der Chemiker endlich wurde erwiesen, dass die atmosphärische Luft aus einem Gemenge von 21 Hundert-Theilen Sauerstoffgas und 79 Hundert-Theilen Stickgas zusammengesetzt ist, und dass ausserdem meistens noch eine geringe, wiewohl verschiedene Menge kohlensaures Gas darin vorkommt. Die durch die Athmungs-Bewegungen in die Lungen und Tracheen aufgenommene Luft wird bei allen Thieren auf gleiche Weise verändert, nämlich ihr Gehalt an Sauerstoff nimmt ab, dagegen werden kohlensaures Gas und Wasserdünste ausgeleert. Dies ist für die Säugethiere und Vögel durch die ersten Versuche Lavoisier's [1], sowie durch die mit Seguin [2] angestellten, und die chemischen Untersuchungen Menzie's [3], Spallanzani's [4], H. Davy's [5], Berthollet's [6] u. a. dargethan worden. Spallanzani [7], Sylvestre [8], Carradori [9], von Humboldt [10] u. a. erhielten dasselbe Resultat bei ihren Versuchen über das Athmen der Amphibien.

Ferner wird die Luft auf ähnliche Weise verändert in den Lungen der Weg- und Garten-Schnecken, zufolge der von Spallanzani [11], Vauquelin [12], Hausmann [13] und Sorg [14] angestellten Versuche; so wie in den Tracheen der Insekten nach den schon von Scheele [15] und den eben genannten Naturforschern gemachten Beobachtungen.

Digitized by Google

1) *Expériences sur la respiration des animaux et sur les changemens qui arrivent à l'air en passant par leur poumon. Mém. de l'Ac. des sc. de Paris* 1777. *p.* 185. 1780. *p.* 401.

2) Ebendas. 1789. p. 572.

3) *Diss. de respiratione. Edinburg* 1790.

4) Senebier *Rapports de l'air avec les êtres organisés, tirés de Journaux d'Observations et d'expériences de Spallanzani. Genève* 1807. *T.* 2. *p.* 5. 133.

5) *Researches chemical and philosophical chiefly concerning nitrous oxide and its respiration. London* 1800.

6) *Mém. de la société d'Arcueil T.* 2. *p.* 454.

7) a. a. O. T. 1. p. 278. Er stellte Versuche an Fröschen, Salamandern, Schildkröten, Eidechsen und Schlangen an.

8) *Bulletin des sc. de la société philomatique T.* 1. *p.* 17.

9) *Esperienze e osservazioni sulle respiratione delle Rane e dei Girini* o *in Brugnatelli Annali di Chemica T.* 12. *p.* 112.

10) *Annales du Mus. d'hist. natur. T.* 2. *p.* 305. Versuche an einem jungen Krokodil.

11) *Mém. sur la respiration. Genève* 1803. *p.* 191.

12) *Observations chimiques et physiologiques sur la respiration des insectes et des vers; in Annales de chimie T.* 12. *p.* 273.

13) *De animalium exsanguium respiratione Hannoverae* 1803.

14) *Disquisitiones physiologicae erica respirationem insictorum et vermium. Rudolstadt* 1805.

15) Abhandlung von der Luft und dem Feuer. S. 118.

§. 239.

Das Athmen der im Wasser sich aufhaltenden und mittelst Kiemen respirirenden Thiere wird durch die dem Wasser beigemischte Luft zu Stande gebracht. Das der Luft ausgesetzte Wasser enthält ihre Gemengtheile, Sauerstoff- und Stick-Gas, so wie etwas kohlensaures Gas, die es aus der Luft anzieht. Die mit dem Wasser verbundene Luft ist jedoch zufolge von Humboldt's und Gay-Lussac's [1] Untersuchungen reicher an Oxygen als die atmosphärische, indem jene 32 Hundert-Theile von dieser Gasart enthält, während in dieser nur 21 Hundert-Theile vorkommen.

Durch das Athmen der Wasserthiere wird die dem Wasser beigemischte Luft auf dieselbe Weise verändert, wie durch die Lungen und Tracheen, Sauerstoffgas wird eingesaugt und Kohlensäure wird ausgeschieden. Priestley [2], Spallanzani [3], H. Davy [4], Sylvestre, Carradori [5], von Humboldt und Provençal [6] haben dies beim Athmen der Fische, und Spallanzani, Hausmann und Sorg bei dem der Krebse,

Digitized by Google

Muschelthiere und Würmer dargethan. Dass beim Athmen dieser Thiere das Wasser selbst zersetzt werde, wie E. Darwin annahm, ist irrig.

1) *Journal de physique T.* 60. *p.* 129.
2) *Experiments on air T.* 3. *p.* 312.
3) a. a. O. T. 1. p. 132. *Mém. sur la respiration. Génève* 1803 *p.* 161.
4) *On heat and light; in Contributions to physical and medical knowledge collected by Beddoes. Bristol* 1799 *p.* 1.
5) *Brugnatelli Annali di Chimica T.* 5. *p.* 53.
6) *Mém. de la société d'Arcueil T.* 2. *p.* 98. 359.

§. 240.

Ob der andere Bestandtheil der Luft, das Stickgas, beim Athmen Veränderungen erfahre, und ob es, wie schon Priestley aus seinen Versuchen schloss, aufgenommen werde, was H. Davy, Spallanzani, Henderson, von Humboldt, Provençal wahrnahmen; oder ob es vielmehr ausgeschieden werde, wie Berthollet, Nysten, Despretz und Dulong gefunden zu haben glauben; oder ob es endlich nach Edwards Angabe unter gewissen Verhältnissen aufgenommen, unter andern ausgestossen werde, ist noch immer ein Gegenstand des Streites, worauf wir beim Athmen des Menschen zurückkommen werden.

§. 241.

Bei den meisten, wo nicht bei allen Thieren, vertritt zugleich die Haut die Stelle eines Athmungsorgans. Die mit den allgemeinen Bedeckungen in Berührung kommende Luft für sich, oder die im Wasser enthaltene, erleidet ähnliche Veränderungen wie in den Athmungs-Werkzeugen, ihr Sauerstoffgas verschwindet und es wird dagegen Kohlensäure ausgeschieden. Dies ist besonders auffallend bei der nackten Haut der froschartigen Amphibien, der Frösche, Kröten, Salamander und Tritonen. Sie verweilen bei einer niederen Temperatur, unter zehn Grad des Thermometers nach Celsius, Wochen und Monate lang im Wasser, ohne durch die Lungen zu athmen, indem sie mittelst ihrer nackten gefässreichen Haut respiriren, wie dies namentlich im Herbste und Winter der Fall ist. Nur bei erhöhter Temperatur, bei zehn Grad über Null, athmen sie auch durch

Digitized by Google

die Lungen. Das Athmen durch die Haut ist selbst für diese Thiere zur Erhaltung ihres Lebens von grösserer Wichtigkeit, als das durch die Lungen; denn sie leben länger, wenn ihr Athmen durch die Lungen gehemmt ist, sobald sie nur in einer respirabelen Luft verweilen, als dies der Fall ist, wenn ihr Hautathmen unterbrochen wird, und das durch die Lungen fortbesteht. Dies ergibt sich aus Spallanzani's [1] Versuchen. Frösche, denen er die Lungen ausgeschnitten hatte, lebten längere Zeit fort, als solche deren Haut mit Oel bestrichen, oder mit irrespirabelen Gasarten in Verbindung gebracht worden war. Dieselben Resultate erhielt Edwards [2] bei ähnlichen Versuchen. Frösche und Salamander, denen er die Luftröhre unterbunden, oder deren Kopf mit einer Blase umwickelt, oder denen selbst die Lungen ausgeschnitten waren, lebten lange Zeit fort, besonders bei niederer Temperatur. Für Laubfrösche reicht die blosse Lungen-Respiration zur Erhaltung ihres Lebens nicht hin.

Auch bei den Eidechsen, Schlangen und Schildkröten findet nach Spallanzani's und Edwards [3] Versuchen, Athmen auf der Haut statt, und es trägt mit dem Athmen durch die Lungen zur Erhaltung ihres Lebens bei. Für die Schlangen und Schildkröten ist dies Athmen durch die Lungen während des Sommers bei einer nicht zu hohen Temperatur hinreichend. Eidechsen dagegen müssen auch durch die Haut respiriren. Sie sterben im Sommer binnen wenigen Stunden, wenn man sie auf die Lungen-Respiration beschränkt.

Fische respiriren zufolge von Humboldt's und Provençal's [4] Untersuchungen gleichfalls durch die Haut. Die dem Wasser beigemischte Luft wurde in Gefässen, in die sie den hintern Theil des Körpers von Schleihen (*Cyprinus tinca*) eingetaucht hatten, auf dieselbe Weise verändert, als wenn die Fische durch die Kiemen geathmet hatten. Durch die Haut wurde jedoch die Luft nicht so schnell verändert, als durch das Athmen mittelst der Kiemen.

Selbst bei Vögeln und Säugethieren erleidet die mit ihrer Haut in Verbindung tretende Luft dieselben Veränderungen wie in den Lungen, nur weniger auffallend. Spallanzani [5] schloss solche Thiere in Gefässe so ein, dass ihr

Digitized by Google

Kopf sich ausserhalb derselben befand, und nahm nach einiger Zeit wahr, dass Sauerstoffgas verzehrt und dagegen kohlensaures Gas erzeugt war.

1) *Mém. sur la respiration. Génève* 1803 *p.* 72. 115.
2) *Influence des agens physiques sur la vie p.* 10.
3) Ebendas. p. 227.
4) *Mém. de la soc. d'Arcueil T.* 2. *p.* 393.
5) a. a. O. p. 116.

§. 242.

Aus den über das Athmen der Thiere und Gewächse angestellten Untersuchungen geht das Haupt-Ergebniss hervor: dass sie die atmosphärische Luft auf entgegengesetzte Weise verändern. Die durch das Athmen der Thiere erzeugte Kohlensäure wird von den Pflanzen unter dem Einflusse des Lichts zersezt, wobei sie den Kohlenstoff mit sich verbinden und das Oxygen exhaliren. Dies dagegen wird von den Thieren absorbirt und Kohlensäure wird ausgeschieden. Mit dem Athmen der Gewächse ist also Entsäurung, mit dem der Thiere Entkohlung verbunden.

§. 243.

Die Thiere verzehren in einem gegebenen Zeitraum um so mehr und um so schneller Sauerstoff, und erzeugen eine um so grössere Menge von Kohlensäure, je zusammengesetzter ihre Organisation ist, je mannigfaltiger und intensiver ihre Kraft-Aeusserungen sind, und je schneller der mit dem Leben verbundene Wechsel der Materie erfolgt. Säugethiere und Vögel consumiren mehr Oxygen und produciren mehr Kohlensäure als Amphibien und Fische.

Unter den wirbellosen Thieren zeichnen sich die lebhaften luftathmenden Insekten durch eine schnellere Consumtion des Sauerstoffs und reichlichere Production von Kohlensäure vor den trägeren wasserathmenden Krebsen, Mollusken und Würmern aus. Der Grad der Empfindlichkeit und Reizbarkeit der Thiere, die Stärke und Ausdauer in den Bewegungen, die Intensität des Verdauungs-Processes, die Schnelligkeit des Blut-Umlaufs, die Lebhaftigkeit der Ernährung und Absonderung stehen im Ganzen in directer Beziehung mit der Menge des Sauerstoffs, welchen sie durch das Ath-

Digitized by Google

men verzehren, und mit dem Quantum von Kohlensäure, welche sie ausleeren.

§. 344.

Was die durch das Athmen in der Säftemasse der Thiere hervorgebrachten Veränderungen betrifft, so sind diese nur zum Theil und zwar bloss bei den Thieren mit rothem Blute, den Säugethieren, Vögeln, Amphibien und Fischen bekannt. Lower, Needham, Thruston und Mayow sahen in Säugethieren und Vögeln das aus dem Herzen durch die Lungen-Pulsader den Lungen zugeführte dunkelrothe Blut, hellroth gefärbt durch die Lungen-Venen in das Herz zurückkehren. Gleiches nahm Goodwyn an dem durch die Lungen bewegten Blute der Amphibien wahr. Diese Farben-Veränderung ist auch durch die Versuche Duverney's, J. Hunter's, Hewson's, Bichat's u. a. sattsam erwiesen worden. Ferner wurde dargethan, dass der mit dem Venenblute vermischte Milchsaft als wahres Blut aus den Lungen zurückfliesst; daher man die Lungen für die Werkzeuge der Blutbereitung hielt.

Dass jene Veränderung in der Farbe des Bluts durch die eingeathmete Luft und zwar durch ihren Gehalt an Sauerstoff bewirkt werde, ist von Cigna, Priestley, Goodwyn u. a. bewiesen worden. Sie sahen schwarzrothes Blut in Recipienten, mit atmosphärischer Luft oder Sauerstoffgas gefüllt, sich hellroth färben, und lezteres verband sich mit dem Blute. Zugleich zeigten sie, dass Venenblut in nicht athembaren Gasarten, wie im kohlensauren, Wasserstoff- und Stick-Gas, keine solche Farben-Veränderung erfährt, ja dass hellrothes Blut in denselben eine dunkele Farbe annimmt. Zahlreiche Versuche haben ferner gelehrt, dass die Röthe des durch die Lungen kreisenden Bluts bei den Thieren in geradem Verhältniss mit der Menge des durch ihr Athmen verzehrten Sauerstoffs steht. Säugethiere und Vögel, welche in einem gegebenen Zeitraum die grösste Menge Oxygens consumiren, haben das am meisten hellroth gefärbte Blut; während dagegen das Blut der Amphibien und Fische, die weniger Sauerstoff aufnehmen, eine weniger rothe Farbe hat. Werden die Thiere in Verhältnisse gebracht, in denen sie kohlensaures, Wasserstoff- oder Stick-Gas athmen, so wird ihr Blut schwarzroth. Von der Auf-

Digitized by Google

nahme des Sauerstoffs aus der Luft und seiner Wirkung auf das Blut hängt also seine hellrothe Farbe bei jenen Thieren ab.

Das durch die Lungengefässe strömende venöse Blut verliert Kohlensäure und Wasser, welche in Dunstform als Lungen-Ausdünstungs-Materie entweichen, und es kehrt gerinnbarer und reicher an Faserstoff in das Herz zurück. Zugleich enthält es mehr Blutkügelchen oder organische Formbestandtheile. Die Gerinnbarkeit und die Menge der in dem arteriellen Blute vorkommenden Blutkügelchen steht bei den Thieren in Beziehung mit der Menge des Sauerstoffs, welche sie beim Athmen aufnehmen, und mit dem Quantum von Kohlensäure und Wasser, welches sie ausleeren. Das Blut der Säugethiere und Vögel ist reicher an gerinnbaren Bestandtheilen als das der Amphibien und Fische.

Ob die beim Athmen entweichende Kohlensäure sich durch eine Art von Verbrennung des Kohlenstoffs des venösen Bluts und des Chylus unter dem Einflusse des eingeathmeten Sauerstoffs erzeuge, oder ob sie vielmehr als schon im Venenblute und Chylus vorhanden anzunehmen sey, und nur aus diesen beim Athmen ausgeschieden werde, dies ist noch immer ein Gegenstand des Streits unter den Physiologen und Chemikern. Wir werden darauf bei der Lehre vom Athmen des Menschen zurückkommen.

Dies sind im Wesentlichen die durch das Athmen bewirkten Veränderungen des Bluts der Wirbelthiere, so weit sie bis jetzt durch Versuche ausgemittelt sind. Ueber die mit dem Athmen verbundenen Veränderungen der Säfte der wirbellosen Thiere sind noch keine Untersuchungen angestellt.

§. 245.

Werfen wir endlich noch die Frage auf: wodurch wird die aus den Nahrungsstoffen in dem Verdauungs-Apparate, mittelst des Zusatzes auflösend wirkender und Stickstoff haltender Säfte, bereitete Flüssigkeit, der Milchsaft, beim Athmen in arterielles Blut verwandelt? Nach unserm Bedünken wird diese Frage am ungezwungensten durch die von Hallé, Thomson und Cuvier aufgestellte Theorie dahin beantwortet, dass die Menge des Stickstoffs im Blute durch Ausscheidung von Wasser und Kohlensäure aus dem

Digitized by Google

Milchsafte und Venenblute relativ zu den übrigen Stoffen vermehrt wird, und eben dadurch die aufgelösten Nahrungsmittel in die thierische Mischung gebracht werden. Hierfür lässt sich die während der Verdauung und des Ergusses des Milchsafts in das Blut besonders reichlich erfolgende Ausscheidung von Kohlensäure, so wie das Vorkommen zweier viel Stickstoff enthaltender organischen Materien, des Eyweissstoffs und Faserstoffs, als wesentlicher Bestandtheile des Bluts, anführen. Die endliche und für die Erhaltung des Lebens wichtige Wirkung der Vorgänge des Athmens wäre demnach die vollkommne Assimilation des Milchsafts und dessen Umwandlung in arterielles Blut, und zwar durch Aufnahme von Sauerstoff und Ausscheidung von Kohlenstoff und Wasser aus den in ihrer Mischung höchst wandelbaren organischen Verbindungen der Nahrungsmittel. Vielleicht wird selbst unter gewissen Verhältnissen Stickstoff aus der eingeathmeten Luft aufgenommen, der sich mit den Bestandtheilen des Milchsafts verbindet, wie einige Chemiker bei ihren Versuchen über das Athmen bemerkt haben wollen. Durch Aenderung des quantitativen Verhältnisses der Elementarstoffe, und durch Vermehrung des Stickstoffs relativ zu den übrigen scheinen die organischen Verbindungen der einfacheren Art, besonders die ternären, in zusammengesetztere thierische oder quaternäre umgewandelt zu werden. Ferner scheint Kohlensäure, welche durch die Veränderung der Mischung in den festen Theilen, in Folge ihrer vitalen Thätigkeits-Aeusserungen, erzeugt wird, aus diesen durch die Venen abgeleitet und in den Athmungs-Werkzeugen aus dem Venenblute ausgeschieden zu werden.

§. 246.

Das durch die Vorgänge des Athmens aus den aufgelösten Nahrungsmitteln bereitete arterielle Blut gelangt in die Körper-Pulsadern und wird durch deren zahlreiche Verzweigungen den verschiedenen Theilen als die Ernährungs-Flüssigkeit zugeführt. Diese erhalten sich durch Anziehung von Bestandtheilen aus demselben in ihrer eigenthümlichen Form, Mischung und ihren vitalen Eigenschaften, wodurch sie zu ihren Kraft-Aeusserungen befähigt werden. Die Vor-

Digitized by Google

gänge des Ernährens, Bildens, Absonderns und Zeugens, so wie die Aeusserungen der Muskel- und Nerven-Kraft sind daher vom Athmen und der Bereitung des arteriellen Bluts abhängig. Alle diese vitalen Erscheinungen erlöschen, sobald die Vorgänge des Athmens gänzlich unterbrochen werden.

Eigenschaft zu athmen.

§. 247.

So kommen also bei allen lebenden Körpern die Erscheinungen des Athmens vor, bestehend in einem Austausch von Materien zwischen den Medien, worin sie sich aufhalten und ihren noch nicht vollends assimilirten Säften. Seine Wirkung ist die Bereitung der Ernährungs- oder Bildungs-Flüssigkeit, aus der sich alle Theile für eine gewisse Zeit dauernd in ihren vitalen Eigenschaften erhalten können. Zu seiner Erklärung bedarf es nicht der Annahme einer besondern Kraft, sondern es ist in der Eigenschaft des aus den Nahrungsmitteln, durch den Zusatz von assimilirenden Säften, bereiteten rohen Nahrungssafts begründet, unter gewissen Verhältnissen Veränderungen in seiner Mischung und in der Combination der in die Zusammensetzung der organischen Materien eingehenden Elementarstoffe zu erleiden. Jene mitwirkenden Verhältnisse sind bei dem Athmen der Gewächse äussere, die Wärme und das Licht, unter deren Einfluss der rohe Nahrungssaft und die von ihnen aufgenommene Kohlensäure dahin verändert werden, dass sie durch Ausscheidung von Wasser und dem comburirenden Princip, dem Sauerstoff, und durch Anziehung von Kohlenstoff combustible, ternäre Verbindungen werden, die sich eignen, in die Mischung der festen vegetabilischen Theile überzugehen. Bei den Thieren dagegen wird Oxygen aufgenommen, das sich mit dem Milchsafte verbindet, und es wird Wasser und Kohlensäure ausgeschieden, wodurch ihre Säftemasse decarbonisirt und eine Anhäufung des Stickstoffs in derselben bewirkt wird. Dies hat zur Folge die Hervorbringung quaternärer, oder thierischer organischer Verbindungen, des Eyweissstoffs und Faser-

Digitized by Google

stoffs, welche sich zur Ernährung ihrer festen Theile eignen.

Bei den Thieren sind die zur Erhaltung des Lebens nothwendigen Vorgänge des Athmens zugleich noch durch zwei ihnen zukommende Kräfte, die Muskel- und Nerven-Kraft bedingt. Dies in so fern als die Athmungs-Medien in den Respirations-Werkzeugen bei der grössten Anzahl von Thieren durch Bewegungen, von Muskeln vollzogen, erneuert werden, zu deren Erregung der Impuls im Nervensysteme erzeugt wird. Ferner scheinen die zahlreich in die Athmungs-Organe eingehenden und die Arterien umstrickenden Nerven noch einen Einfluss auf das venöse Blut auszuüben, wodurch seine mit dem Athmen verbundenen Mischungs-Veränderungen befördert werden. Vielleicht ist dieser Einflus der Wirkung des Lichts beim Athmungs-Process der Gewächse ähnlich. Wir werden darauf bei der Untersuchung über das Athmen des Menschen zurückkommen.

Digitized by Google

Sechstes Kapitel.

Von der Saftbewegung.

§. 248.

Der aus den Nahrungsmitteln bereitete Bildungssaft wir allen Theilen der Gewächse und Thiere zugeführt, um ihn zu ihrer Ernährung zu verwenden. Die Bewegungen jenes Safts wollen wir untersuchen. Für zweckdienlich erachten wir es, die bekanntere Saftbewegung der Thiere der weniger bekannten der Gewächse vorauszuschicken.

I. *Saftbewegung in den Thieren.*

§. 249.

Bei weitem die meisten Thiere, die Säugethiere, Vögel, Amphibien und Fische, sowie die Weichthiere, Krebse, Spinnen, selbst die Insecten, zufolge der neuesten Untersuchungen von Carus, die Ringwürmer, und unter den Strahlthieren die Holothurien, Seeigel und Seesterne, enthalten besondere Räume, in denen sich Blut in kreisförmigen Bahnen bewegt. Den niederen Thieren dagegen gehen Gefässe für den Blutumlauf ab. In den Medusen, Lucernarien u. a. sind nur ästige, in den Körper sich vertheilende Anhänge der Verdauungshöhle vorhanden, welche den Nahrungssaft aufnehmen und den Theilen zuführen. Bei einigen Eingeweidewürmern kommen, nach Rudolphi's Untersuchungen, gleichfalls feine, von dem Darmkanal ausgehende Kanäle vor. Im gemeinen Spulwurm *(Ascaris lumbricoides)* sah Bojanus [1] zwei an den Seiten des Körpers der Länge nach verlaufende Gefässe, die sich am Kopfende zu verbinden schienen. Vielleicht stellen sie die erste Andeutung des

Digitized by Google

Gefässsystems für eine kreisförmige Saftbewegung dar. Den meisten Eingeweidewürmern jedoch, so wie den Actinien und Polypen, fehlen selbst ästige, den Nahrungssaft aus der Verdauungshöhle wegleitende, gefässartige Anhänge gänzlich. Dieser scheint daher von den Wandungen des Nahrungs-Schlauchs unmittelbar eingesogen und in die gleichförmige Substanz ihres Körpers ergossen zu werden.

1) Oken's Isis 1818. Heft 8. S. 1431.

§. 250.

Die Räume, in denen sich das Blut in kreisförmigen Bahnen bewegt, nennt man das Blutgefäss-System. Es besteht aus baumartig im Körper verzweigten, und stets mit Blut gefüllten Kanälen (§. 115). Die Stämme derselben stehen entweder untereinander in freier Verbindung, so dass sich Blut aus einem Stamm in den andern ergiessen kann; oder ihre Verbindung wird durch einen hohlen Muskel, das Herz, vermittelt, dessen Höhle abwechselnd Blut aus einem Stamm aufnimmt und in einen andern austreibt. In einer Abtheilung von Gefässen, den Arterien (§. 116), bewegt sich Blut von den Stämmen durch die Aeste, Zweige und Reiser, gegen die Peripherie und zu den Organen. In einer anderen Abtheilung von Gefässen dagegen, den Venen (§. 117), fliesst Blut von der Peripherie und aus den Organen, durch Reiser, Zweige und Aeste zu den Stämmen zurück. Beiderlei Arten von Gefässen sind in ihren feinsten Verzweigungen, den sogenannten Capillargefässen, so mit einander verbunden, dass sich Blut aus den Arterien in die Venen ergiessen kann,

§. 251.

In der grössten Anzahl von Thieren, den Säugethieren, Vögeln, Amphibien, Fischen, Mollusken und Krustaceen, wird die Verbindung der Arterien- und Venen-Stämme ganz, oder zum Theil durch ein Herz, in einigen Thieren selbst durch zwei oder drei Herzen, zu Stande gebracht. Die Wandungen eines Herzens bestehen aus derben, in sehr verschiedenen Richtungen sich ausbreitenden, und innigst verflochtenen, meistens in mehreren Schichtungen gelagerten Fleischbündeln. Aeusserlich ist es von einer sackarti-

Digitized by Google

gen, in sich geschlossenen serösen Haut, dem Herzbeutel, umhüllt, durch dessen abgesonderte Flüssigkeit seine Bewegungen begünstigt werden. Die Höhle des Herzens wird von der inneren glatten Haut des Blutgefässsystems überzogen, die sich aus den Venenstämmen an seinen Wandungen hinzieht, mit ihnen durch Zellstoff verbunden ist, und sich in die Pulsaderstämme fortsetzt. An den Mündungen der Gefässstämme bildet diese Haut verschieden geformte, oft an vorspringende Muskelbündel befestigte Falten, die Klappen des Herzens. Diese Klappen bestimmen die Richtung, in welcher das Blut durch die Zusammenziehung der contractilen Wandungen des Herzens fortbewegt wird. In die Wandungen verbreiten sich Zweige der Körperarterie, welche das zu ihrer Ernährung nothwendige Blut zuführen. Auch Nerven verzweigen sich zahlreich und auf das feinste in die Muskel-Substanz des Herzens, welche seine Ernährung zu bedingen, und hierdurch seine Empfänglichkeit für den Blutreiz, sowie sein Contractions-Vermögen zu vermitteln scheinen.

§. 252.

Das Vorkommen eines oder mehrerer Herzen, deren Lage und Zusammensetzung, die Anordnung ihrer Klappen, und die Art der Verbindung mit den Gefässstämmen bieten in den Thieren viele Verschiedenheiten dar. Sie stehen mit der Combination ihres Baus, dem Aufenthalte, der Art des Athmens, der Intensität ihrer Lebensäusserungen, und deren Abhängigkeit von dem durch den Blutumlauf bedingten Ernährungs-Processe in nächster Beziehung. Wir wollen die Zusammensetzung des Herzens in den verschiedenen Gruppen von Thieren mit wenigen Worten andeuten.

Ein Herz enthält entweder nur eine Höhle, oder es sind deren zwei, drei oder vier vorhanden. Ist nur eine Höhle zugegen, so empfängt diese Blut bei ihrer Expansion aus Venenstämmen, und treibt es bei ihrer Contraction in Pulsaderstämme. Der Rücktritt des Bluts aus dem Herzen in die Venen bei seiner Zusammenziehung, so wie der aus den Arterien in das Herz bei seiner Ausdehnung, wird durch Klappen verhinde Diese einfachste Herzform kommt in den Krebsen z chen den Kiemen-Venen und

Digitized by Google

Körper-Arterien vor. Die Sepien haben drei solche Herzen, zwei zwischen den Körper-Venen und Kiemen-Pulsadern, und eins zwischen den Kiemen-Venen und der Körper-Arterie.

Kommen zwei Höhlen im Herzen vor, so nimmt die eine bei ihrer Expansion Blut aus Venenstämmen auf, und treibt es bei ihrer Zusammenziehung durch eine Oeffnung in die andere Höhle, welche es durch ihre Contraction in einen Pulsaderstamm fortbewegt. Der Rücktritt des Bluts aus dieser in jene Höhle wird durch Klappen an der Verbindungsstelle verhindert. Jene erste Höhle hat immer dünne Wandungen und wird Venensack oder Vorhof *(Sinus, Atrium)* genannt. Die zweite Höhle dagegen ist mit dickern und derbern Wandungen versehen, und heisst Herzkammer *(Ventriculus)*. Die Contractionen und Expansionen beider Höhlen erfolgen nie gleichzeitig, sondern abwechselnd. Ein solches Herz wird ein einfaches genannt. Bald findet sich ein Herz der Art zwischen den Venenstämmen der Athmungs-Organe und den Körper-Pulsadern, wie bei den meisten Mollusken, und es unterhält die Blutbewegung durch den Körper. Dies heisst ein Aortenherz. Bald dagegen kommt ein Herz zwischen den Stämmen der Körper-Venen und dem Arterien-Stamm der Athmungs-Werkzeuge vor, und vermittelt die Bewegung des Bluts durch diese, wie bei den Fischen. Es wird Athmungs-Herz genannt. Ferner findet sich ein einfaches Herz zwischen den Venenstämmen des Körpers und der Respirations-Organe, und den Arterien dieser und des Körpers, die Bewegung des Bluts durch den Körper und die Athmungs-Organe unterhaltend, wie in den froschartigen Amphibien. In den übrigen Amphibien, den Schildkröten, Eidechsen und Schlangen hat das Herz zwei Venensäcke, von denen der eine Blut aus den Venen des Körpers, der andere aus den Lungen-Venen aufnimmt. Beide Venensäcke ergiessen das Blut durch Oeffnungen in eine Herzkammer, die oft durch eine anfangende Scheidewand in mehrere wiewohl nicht vollständig abgegränzte Fächer getheilt ist, aus denen die Arterienstämme der Lunge und des Körpers entspringen, und Blut bei der Contraction der Kammer erhalten. Dies ist das halbdoppelte Herz.

Digitized by Google

Endlich kommen zwei Venensäcke und zwei Kammern im Herzen vor, von denen ein Venensack und eine Kammer durch eine Oeffnung verbunden und von denen der anderen Seite durch eine vollständige Scheidewand abgegränzt sind. Dies ist das, in den Vögeln und Säugethieren vorhandene, wahre doppelte Herz. Die rechte Herzhälfte nimmt das aus dem Körper zurückkehrende, mit dem Milchsafte und der Lymphe vermischte Venen-Blut auf, und treibt es in die Lungen-Pulsader. Die linke Herzhälfte dagegen empfängt das aus den Lungen zurückströmende Blut und bewegt es in den Körper-Arterien-Stamm oder die Aorte.

§. 253.

Die in dem Gefässsystem enthaltene Flüssigkeit, das Blut, ist specifisch schwerer als Wasser, etwas klebrig, verbreitet einen eigenthümlichen Geruch, schmeckt meistens etwas salzig, und hat bei den Thieren eine verschiedene Farbe. Das Blut der Säugethiere, Vögel, Amphibien und Fische, sowie der geringelten Würmer ist roth. Bei den Mollusken ist es weiss oder ins bläuliche schillernd; bei den Krebsen und Insekten erscheint es wasserhell. Das Blut der Holothurien, Seesterne und Seeigel ist gelblich oder orangefarben.

§. 254.

Betrachtet man frisch aus der Ader fliessendes, oder noch in den Adern durchsichtiger Theile enthaltenes Blut, mit Hülfe des Mikroscops, so erblickt man eine Flüssigkeit, worin gefärbte Kügelchen, die Blutkügelchen oder Blutkörner, enthalten sind. Diese von Leeuwenhoek und Malpighi entdeckten Kügelchen sind in dem Blute der Säugethiere, Vögel, Amphibien und Fische von Baker, Haller, della Torre, Hewson, Fontana, Spallanzani u. a., und neuerlichst von Villar, Ev. Home und Baur, Doellinger, Prevost und Dumas, Dutrochet u. a. beobachtet worden. Im Blute der Mollusken sahen sie Lister, Baker, Prevost und Dumas, Milne Edwards und Carus. Leeuwenhoek nahm sie im Blute der Squillen und Carus in dem des gemeinen Flusskrebses wahr. In der Flüssigkeit des Rückengefässes der Raupen wurden sie von Lyonet, in den

Digitized by Google

Adern der Flügel der grünen Heuschrecke von Gruithuisen, so wie in den Gefässen der Libellen-Larven von Carus beobachtet. Solche organische Formbestandtheile scheinen also in dem Blute aller Thiere vorhanden zu seyn.

Ihre Grösse und Form bieten bei den Thieren Verschiedenheiten dar. Im Blute der Amphibien und Fische sind sie absolut grösser als in dem der Vögel und Säugethiere. Bei letzteren haben sie eine rundliche Form, und sind etwas abgeplattet. Eyförmig erscheinen sie im Blute der Amphibien und Fische. Rund sind sie nach Carus, Prevost und Dumas bei der Wegschnecke und beim Flusskrebs; und eyförmig zeigen sie sich in den Libellen-Larven.

Die Menge der Blutkügelchen ist gleichfalls verschieden. Am reichlichsten finden sie sich im Blute der Vögel und Säugethiere. Weniger zahlreich sind sie in dem der Amphibien und Fische. Das Blut der Mollusken enthält wieder eine geringere Menge als das der Wirbelthiere. In grösserer Menge kommen sie im Blute wohlgenährter Thiere, als solcher vor, die durch Hunger entkräftet sind. Die Blutkügelchen der rothblütigen Thiere bestehen aus einem farblosen Kern und einer gefärbten, rindenartigen Schichte, die sich beim Gerinnen des Bluts lostrennt. Letztere jedoch scheint an den Blutkörnern der wirbellosen Thiere zu fehlen.

Die Blutkörner rühren ohne Zweifel von den aufgenommenen und durch die Verdauungssäfte aufgelösten organischen Materien der Nahrungsmittel her, welchen die Eigenschaft zukommt, unter gewissen Verhältnissen eine kugelartige Form anzunehmen. Sie finden sich schon im Milchsaft, wiewohl ohne gefärbte Rinde. Diese scheint sich erst in den Gefässen der Athmungs-Werkzeuge zu bilden.

§. 255.

Das aus den Adern geflossene Blut gerinnt, wobei sich die während des Lebens getrennt erhaltenen Blutkügelchen zu einer Masse vereinigen und von dem wässerigen Theil abscheiden. Der gerinnende, schwerere und zu Boden sinkende Theil des Bluts wird Blutkuchen *(Crassamentum sanguinis)*, der oben aufschwimmende wässerige Theil wird Blutwasser *(Serum sanguinis)* genannt. Das quantitative

Digitized by Google

Verhältniss dieser beiden Theile ist in den Thieren verschieden. Das Blut der Säugethiere und Vögel enthält mehr gerinnende Theile als das der Amphibien und Fische. In dem Blute der wirbellosen Thiere scheinen wieder weniger gerinnbare Theile als in dem der zuletzt genannten Thiere vorhanden zu seyn. Das Blutwasser besteht aus einer Lösung von Eyweissstoff, etwas Fett, Speichelstoff und verschiedenen Salzen. Der Kuchen dagegen ist aus Faserstoff und bei den rothblütigen Thieren aus einem eigenthümlichen Farbestoff, dem Blutroth *(Cruor)*, zusammengesetzt, welches etwas Eisen enthält.

§. 256.

Das Blut der Wirbelthiere zeigt in den verschiedenen Abtheilungen des Gefässsystems Verschiedenheiten, welche in den Säugthieren und Vögeln auffallender als bei den Amphibien und Fischen sind. Das in den Körpervenen enthaltene, aus den verschiedenen Theilen zurückgeführte und in das Athmungs-Herz ergossene, mit Lymphe und Chylus vermischte Blut hat eine schwarzrothe Farbe, ist sehr reich an Wasser, enthält aber weniger gerinnbare Theile, und wird Venenblut genannt. Eine gleiche Beschaffenheit hat das in den Arterienstämmen der Athmungs-Werkzeuge vorkommende Blut. Das aus den Athmungs-Organen durch die Venen zurückkehrende Blut, sowie das des Aorten-Herzens und der Körper-Pulsader, welches den verschiedenen Theilen zugeführt wird, zeichnet sich durch eine lebhaft rothe Farbe aus. Es ist sehr reich an Blutkügelchen und enthält weniger Wasser. Dieses durch die Vorgänge des Athmungs-Processes bereitete Blut, welches arterielles genannt wird, ist die zur Erhaltung des Lebens absolut nothwendige Flüssigkeit. Es enthält die zur Ernährung der festen Theile bestimmten Materien, welche denselben durch die in ihre Textur eingehenden feinern Arterienzweige zugeführt werden, und die sie beim Ernährungs-Prozess anziehen und mit sich verbinden. Durch die Ernährung werden alle Theile und Gebilde eines thierischen Körpers in ihrer eigenthümlichen Mischung und Organisation erhalten, und eben hierdurch auch zur Ausübung ihrer verschiedenen Thätigkeits- oder Kraft-Aeusserungen befähigt. Aus dem ar-

Digitized by Google

teriellen Blute werden ferner zahlreiche, für die Erhaltung des Lebens wichtige Flüssigkeiten abgesondert; theils die in den Nahrungs-Schlauch ergossenen, die Auflösung und Verähnlichung der Nahrungsmittel bewirkenden Verdauungssäfte, theils die die innere Fläche der serösen und Synovial-Häute befeuchtenden, und automatisch oder willkührlich vollzogenen Bewegungen befördernden Flüssigkeiten; so wie endlich die auf die Hervorbringung neuer Wesen sich beziehenden Zeugungs-Fluida.

Das Blut ist die Flüssigkeit, in welche alle von aussen kommenden und in die Zusammensetzung der festen Theile eingehenden Materien gelangen und in welche alle Materien der Organe, die durch ihre Thätigkeits-Aeusserungen wieder verflüssigt und mittelst der Einsaugung aufgenommen wurden, zurückkehren. Aus ihm werden die verschiedenartigen, auf die Erhaltung seiner eigenthümlichen Mischung sich beziehenden, Auswurfs-Materien ausgeschieden. Die Aussonderung mancher Auswurfs-Flüssigkeiten erfolgt vorzüglich aus dem venösen Blut, wie die der Athmungs-Werkzeuge und der Galle; während der Urin und die auf der Haut ausgesonderten Materien aus dem arteriellen Blute abgesetzt werden.

§. 257.

Das Blut, als die Quelle aller Ernährung, Bildungs-Vorgänge und Absonderungen, steht mit allen Theilen in Wechsel-Wirkung, unterhält die mit den Lebens-Aeusserungen der Organe verbundenen Mischungs-Veränderungen, und bedingt das Fortbestehen der Thiere. Entziehung des Bluts oder Aufhebung seiner Eigenschaften durch verschiedene äussere Einflüsse und Gifte hat Tilgung des Lebens zur Folge. Das zur Vollziehung und Ausübung aller thierischen Processe nöthige und alle Kraft-Aeusserungen der Thiere, die Verdauung, die Einsaugung, das Athmen, die Ernährung, die Absonderungen, Bewegungen, Nerven-Wirkungen und die Zeugung unterhaltende und bedingende Blut ist in fortdauernden Veränderungen begriffen. Seine Menge, seine Mischungs-Verhältnisse und Eigenschaften werden durch die Vorgänge der Ernährung und Absonderung verändert. Was es der Quantität nach

Digitized by Google

verliert, wird durch die aufgenommenen und verähnlichten Nahrungsmittel wieder ersetzt. Die Veränderungen in seiner Mischung werden durch die Vorgänge des Athmens und die Ausscheidung der Auswurfsmaterien wieder hergestellt. So erscheint also das fortdauernd wandelbare Blut als die Quelle aller mit dem Leben der Thiere verbundenen Mischungs-Veränderungen und als die nothwendige Bedingung zum Fortbestehen ihres Lebens.

§. 258.

Das Blut ist während des Lebens in fortdauernden Bewegungen begriffen. Es strömt von dem Herzen durch die Stämme, Aeste, Zweige und Reiser der Arterien zu den Organen, und kehrt aus diesen durch die Wurzeln, Zweige, Aeste und Stämme der Venen in die Höhlen des Herzens zurück, um von Neuem in die Pulsadern ergossen zu werden. Diese ununterbrochen stattfindenden Bewegungen des Bluts in kreisförmigen Bahnen, von denen die Fortdauer des Lebens abhängt, nennt man den Blut-Umlauf. Der durch die Gefäss-Abtheilungen der Athmungs-Werkzeuge heisst kleiner oder Athmungs-Kreislauf, der durch den Körper, grosser oder Körper-Kreislauf. In den Wirbelthieren, den Säugethieren, Vögeln, Amphibien und Fischen kommt ferner noch eine dritte, durch blose Gefässstämme vermittelte, kreisförmige Blutbahn durch die Leber vor. Die Venen des Magens und Darmkanals, des Pankreas und der Milz vereinigen sich zu einem Venenstamm, die Pfortader, welche sich nach Art einer Pulsader in die Leber verzweigt, und mittelst den Lebervenen mit der unteren Hohlader oder Körper-Vene in Verbindung steht. In den Amphibien und Fischen öffnen sich ausserdem noch die Venen mehrerer anderer Organe in die Pfortader. Diese Bewegung des Venenbluts durch die Leber bezieht sich auf die Absonderung der Galle, die zum Theil eine Auswurfs-Flüssigkeit ist, und durch deren Ausscheidung die Blutmasse in der zur Ernährung tauglichen Mischung erhalten wird.

§. 259.

Was die den Blut-Umlauf bewirkenden Ursachen anbelangt, worüber die Physiologen seit Harvey's Entdeckung

Digitized by Google

viele Streitigkeiten geführt haben, so darf als erwiesen angesehen werden: dass er sowohl durch die Kraft-Aeusserungen der Wandungen derjenigen Räume, in denen das Blut enthalten ist, zu Stande gebracht, als durch die Eigenschaft des lebenden Bluts selbst und zwar seiner organischen Form-Bestandtheile, der Blutkügelchen, sich eigenmächtig zu bewegen, unterhalten wird. Ferner scheinen die in einer fortdauernden Veränderung ihres materiellen Substrats begriffenen Organe eine lebende Anziehung auf das Blut auszuüben, wodurch die Bewegung des Bluts gleichfalls befördert wird. Diese den Blut-Umlauf bedingenden Ursachen wollen wir hier vorläufig kurz berühren. Ausführlich wird von ihnen bei der Lehre vom Kreislaufe des Bluts im Menschen gehandelt.

§. 260.

Das lebende Herz, in seiner Anordnung und Beschaffenheit durch die im befruchteten Keime sich wirksam äussernde Bildungsthätigkeit hervorgebracht, ist in hohem Grade mit einem Contractions-Vermögen begabt, welches Muskel-Kraft, Muskel-Reizbarkeit, Irritabilität, genannt wird. Diese Kraft besteht in dem Herzen eines Thieres so lange, als die Ernährungs-Gefässe seiner Substanz arterielles Blut zuführen, und es sich aus diesem ernährt. In einem vom Körper getrennten Herzen nimmt die Muskelkraft schnell ab, und erlöscht bald gänzlich. Der Reiz, welcher die irritabeln Wandungen des Herzens zur Contraction auffordert, ist das Blut, wie Haller durch zahlreiche Versuche sattsam erwiesen hat. Es ergiesst sich aus den Venenstämmen in die Vorhöfe bei deren Erschlaffung und Ausdehnung. Hierauf ziehen sich ihre muskulösen Wandungen zusammen und bewegen das empfangene Blut in die sich ausdehnenden Kammern. Das Zurücktreten des Bluts aus den Vorhöfen in die Venenstämme wird durch die Contraction kreisförmiger, um diese sich schlingender Muskelbündel, oder auch durch Klappen, verhindert. Die ausgedehnten Wandungen der Kammern, von dem erhaltenen Blute gereizt, ziehen sich nun ebenfalls in allen Richtungen nach dem Laufe ihrer Fleischbündel, mit grosser Kraft und Schnelligkeit zusammen, und treiben das Blut durch Stoss

Digitized by Google

oder Wurf in die Pulsader-Stämme. Das Blut würde aus den Kammern wieder in die Venensäcke zurückströmen, widersetzten sich nicht starke Klappen seinem Rücktritt. In dem Zeitraume, wo sich die Kammern contrahiren, dehnen sich die blutleer gewordenen Venensäcke wieder aus, und nehmen von neuem Blut aus den Venenstämmen auf, welches sie abermals in die sich expandirenden Kammern bewegen. Und so erfolgen die Contractionen und Expansionen der Vorhöfe und Kammern abwechselnd das ganze Leben hindurch, wobei fortdauernd Blut aus den Venenstämmen aufgenommen und in die Pulsader-Stämme ausgetrieben wird. Während die Stämme der Venen Blut in die sich ausdehnenden Vorhöfe ergiessen, rückt das Blut aus den Zweigen und Aesten in die Stämme nach. Das in Absätzen mit grosser Kraft aus den Kammern in die Pulsadern getriebene Blut wird durch die Aeste, Zweige und Reiser den Organen zugeführt. Zum Theil ergiesst es sich durch die feinsten Verzweigungen, jedoch in seinen Eigenschaften verändert, wieder in Venen, um wieder zum Herzen zurückzukehren.

Die Strömung des Bluts in der angegebenen Richtung und in kreisförmigen Bahnen ist durch die schon von Harvey angestellten Versuche über die Wirkung der Zusammendrückung und Unterbindung von Arterien und Venen auf die Blutbewegung, und die daraus gezogenen Folgerungen zur Genüge erwiesen worden. Gedrückte oder unterbundene Arterien schwellen oberhalb der Verschliessung gegen das Herz an, während sie unterhalb denselben sich verengern und blutleer werden. Venen dagegen, welche gedruckt oder unterbunden sind, dehnen sich unterhalb der verschlossenen Stelle durch das in seinem Laufe gehinderte Blut aus, während sie oberhalb gegen das Herz hin sich verengern und blutleer werden. Mit Hülfe des Mikroskops ist ferner jene kreisförmige Bewegung des Bluts in lebenden Thieren von Malpighi, Leeuwenhoeck, Baker, Haller, Spallanzani und vielen andern Naturforschern beobachtet worden.

§. 261.

In den Arterien strömt das Blut in Absätzen oder stossweise von den Stämmen in die Aeste, und von diesen in

Digitized by Google

die Zweige und Reiser, bis es sich endlich in den feinsten Verzweigungen gleichmässig bewegt. Jene Bewegung wird durch die mit grosser Kraft erfolgende Zusammenziehung der Herzkammern bewirkt, wobei das durch Stoss oder Wurf aus den Kammern in die Arterien ausgetriebene Blut das bereits in den Stämmen enthaltene, in die Aeste und Zweige weiter bewegt, so dass mit jeder Contraction der Kammern die die Arterien-Stämme ausfüllende Blutsäule durch die nachfolgende Blutmenge gegen die peripherischen Verzweigungen fortgetrieben wird. Diese stossweise erfolgende Bewegung des Bluts in den Arterien nimmt man bei grösseren Thieren wahr, wenn man eine Arterie durch die angelegten Finger zusammendrückt und dadurch das Fortrücken der Blutsäule unterbricht. Hierbei fühlt man bei jeder Zusammenziehung der Herzkammern ein Klopfen an der gedrückten Arterie, welches von dem Andrange der fortgestossenen Blutsäule herrührt, und woduch selbst die Finger entfernt werden, wenn der Druck nicht stark ist. Ferner sieht man das Blut aus angestochenen Arterien in Absätzen hervorspritzen, die gleichzeitig mit den Contractionen der Kammern erfolgen. Die durch die abwechselnde Zusammenziehung der Kammern bewirkte Bewegung des Bluts lässt sich auch leicht mit Hülfe des Mikroskops in den Arterien durchsichtiger Theile, des Gekröses, der Lungen und Schwimmhäute kleinerer lebender Thiere beobachten, in denen sie jene Naturforscher wahrgenommen haben.

So ist also das irritabele Herz, durch die mit grosser Kraft erfolgende Zusammenziehung seiner Kammern und die dadurch der Blutsäule ertheilte fortstossende Bewegung das Haupt-Agens für das Strömen des Bluts in den Arterien. Doch ist es nicht die alleinige Ursache, wie mehrere Physiologen zu behaupten gesucht haben. Auch die Wandungen der Arterien haben einen Antheil daran.

§. 262.

Die Arterien, aus einer eigenthümlichen Faserhaut bestehend, sind ausdehnbar, besitzen Elasticität, und sind mit einem lebenden Contractions-Vermögen begabt. Dieses ist aber nicht, wie einige Physiologen angenommen haben,

Digitized by Google

mit der Muskel-Reizbarkeit identisch. Bei der Anwendung von mechanischen und chemischen Reizen auf lebende Arterien ziehen sie sich nicht gleich gereizten Muskeln zusammen, wie späterhin bei den Eigenschaften der Arterien des Menschen angegeben wird. Doch verengert sich jede durchschnittene oder der Einwirkung der Luft ausgesetzte Arterie eines lebenden Thieres in etwas, was nicht im Tode der Fall ist, welche Verengerung folglich nicht ihrer Elasticität allein zugeschrieben werden kann. Für das Vorkommen eines lebenden Contractions-Vermögens in den Wandungen der Arterien spricht auch die Erscheinung, dass ihr Durchmesser nach Blut-Entziehungen in gleichem Grade abnimmt, mit der Menge des einem lebenden Thiere entzogenen Bluts. Die Eigenschaft der Arterien sich zu verengern, abgesehen von ihrer Elasticität, wollen wir vorläufig mit dem Namen der organischen Contractilität oder des Tonus bezeichnen.

Die ausdehnbaren und stets mit Blut gefüllten Arterien werden in dem Zeitpunkte, wo sich die Kammern zusammenziehen und ihr Blut mit grosser Kraft austreiben, in Folge des Andrangs des Bluts etwas, wie wohl nur in sehr geringem Grade, über ihren mittleren Durchmesser ausgedehnt. Die elastischen und contractilen Wandungen bestreben sich ihren mittleren Durchmesser wieder anzunehmen. Dies erfolgt in dem Zeitraume, wo sich die Kammern ausdehnen und von Neuem Blut aus den Vorhöfen empfangen. Da das Blut wegen des Vorkommens der Klappen an den Pulsader-Stämmen nicht wieder in die sich ausdehnenden Kammern zurücktreten kann, so muss es folglich bei der eintretenden Verengerung der Arterien und bei der Annahme ihres mittleren Durchmessers in die feineren Verzweigungen getrieben werden. Diese Rückwirkung der mit Elasticität und einem lebenden Contractions-Vermögen begabten Arterien, welche von mehreren Physiologen beobachtet worden ist, haben einige fälschlich ganz verworfen, oder sie haben sie allein der Elasticität zugeschrieben. In den kleinern Arterien strömt das Blut nicht mehr in Absätzen, sondern gleichmässig, wie die meisten Physiologen bei ihren mikroscopischen Beobachtungen wahrgenommen haben. Dies rührt wohl daher, dass die Kraft der sich zu-

Digitized by Google

sammenziehenden Herzkammern und der fortstossende Impuls auf die Blutsäule durch die Ausdehnung der Arterien-Wandungen geschwächt wird. Die Bewegung des Bluts in den kleineren Zweigen kann nicht dem Herzen allein zugeschrieben werden, sondern sie muss mehr als eine Folge der sich verengernden contractilen Wandungen der Arterien, und der Eigenschaft des Bluts, sich eigenmächtig zu bewegen, angesehen werden. Dies erhellt auch daraus, dass in Thieren ohne Herz, ein Strömen des Bluts in den Arterien statt findet.

§. 263.

Das Blut ergiesst sich aus den feinsten Verzweigungen der Arterien in Venen. Abgesehen, dass eine Verbindung beiderlei Arten von Gefässen vielfach durch Einspritzungen feiner Massen in todten Thieren nachgewiesen ist; so wurde sie auch an durchsichtigen Theilen lebender Thiere von vielen Naturforschern, Malpighi, Leeuwenhoek, Cowper, Molyney, Cheselden, Baker, Hales, Haller, Reichel, Spallanzani u. a. mittelst des Mikroscops beobachtet. Sie sahen das Blut aus den Arterien in Venen strömen. Neuerlichst haben Doellinger und Pander [1] einen solchen Uebergang in der Ader-Figur des bebrüteten Hühnereys wahrgenommen. Villar [2] sah am Schwanze von Froschlarven Blut aus Arterien in Venen sich ergiessen. F. Thomson [3] fand dasselbe in den Schwimmhäuten von Fröschen. Erman [4] sah an den gefranzten Kiemen in der Entwickelung begriffener Frösche Reihen von Blutkügelchen aus den feinsten Arterien in Venen übergehen. Gleiches wurde von Cuvier [5] an den Kiemen der Larven von Wasser-Salamandern, und von Configliachi und Rusconi [6] an den Kiemen des Proteus beobachtet. Doellingrr [7] bemerkte das Ueberströmen des Bluts aus den feinsten, in Venen sich umbeugenden Arterien, in Fisch-Embryonen. Carus [8] endlich sah in den Schwanzblättern von Libellen-Larven eine arterielle und venöse Strömung, und bemerkte wie sich erstere in letztere umbog. Nach diesen Zeugnissen kann also der Uebergang der feinen Arterien in Venen, und ein Strömen des Bluts aus jenen in diese nicht bezweifelt werden. Die Verbindung zwischen beiderlei Gefässen ist meistens so eng,

Digitized by Google

dass sie nur eine Reihe von Blutkügelchen durchgehen lässt; seltener sieht man zwei oder drei Kügelchen neben einander sich hindurch bewegen. Das Strömen des Bluts erfolgt übrigens gleichmässig und nicht in Absätzen, was also gegen die Meinung einiger Physiologen spricht, dass das Blut mittelst der Contractionen des Herzens durch die feinsten Gefässe getrieben wird. Ob aber die kleinsten Blutströmchen bei ihrem Uebergang aus den Arterien in Venen noch von Gefässwandungen umschlossen sind, wie Leeuwenhoek, Haller, Spallanzani u. a. annehmen und beobachtet haben wollen, oder ob sie nur in Rinnen des Schleimgewebes enthalten sind, wie Gruithuisen, Doellinger, Carus u. a. zu behaupten suchen, ist nicht ausgemacht. So viel jedoch kann als entschieden angenommen werden, dass das Blut in dem Gefässraume des bebrüteten Vogeleys bei seinem ersten Erscheinen noch nicht von Gefässwandungen umschlossen ist.

1) Beiträge zur Entwickelungs-Geschichte des Hühnchens im Eye. Würzburg 1817. Fol.

2) *Journal de Physique. T.* 58. *p.* 406.

3) *Lectures on Inflammation. Edinb.* 1813. *p.* 75.

4) Schriften der Berliner Akademie. 1816—17. S. 213.

5) *Recherches sur les amphibies douteux. p.* 22.

6) *Del proteo anguino. p.* 72. *Tab.* 4. *Fig.* 18.

7) Vom Kreislaufe des Bluts; in den Denkschriften der Münchner Akademie. 1818—20. B. 7. S. 169, mit einer Abbild.

8) Blutumlauf in den Larven netzflügeliger Insekten. Leipzig 1827. S. 12.

§. 264.

In den Venen strömt das Blut von den Reisern und Zweigen gegen die Aeste und Stämme, und zwar gleichmässig und langsamer als in den Arterien. In den Stämmen bewegt es sich in Absätzen oder ruckweise gegen die Vorhöfe, die gleichzeitig mit deren Ausdehnung eintreten. Die Bewegung des Bluts in den Venen wird durch das fortdauernde Nachströmen aus den Arterien, die Elasticität und das lebende Contractions-Vermögen ihrer Wandungen und die abwechselnden Expansionen der Vorhöfe bewirkt. Das aus den Arterien sich ergiessende Blut dehnt die Venen aus. Vermöge der Elasticität und eines lebenden Con-

Digitized by Google

tractions-Vermögens ihrer Faserhaut, welches mit dem der Arterien übereinkommt, und von dem späterhin bei den Eigenschaften der Venen gehandelt wird, wirken sie gegen das Blut zurück und bestreben sich zu verengern. Hierdurch wird das Blut von den Reisern in die Zweige und Aeste fortbewegt, wobei die Klappen sich seinem Rücktritt widersetzen und die Blutsäule in vielen Absätzen unterstützen. Das Strömen des Bluts zu dem Herzen wird ferner durch die Ausdehnung der Vorhöfe befördert, indem es sich aus den Stämmen in den Raum ergiesst, der durch die Ausdehnung entsteht, wobei denn das Blut aus den Zweigen und Aesten in die sich entleerenden Stämme nachrückt. Dass die sich expandirenden Vorhöfe gleich einer Saug-Pumpe auf das in den Venen enthaltene Blut wirken, haben schon Haller, Wilson, Platner und Blumenbach angenommen. Dies ist ferner durch die von Carson, Jugenbuehler und Schubarth angeführten Gründe, so wie durch die von Doellinger im Vogel-Embryo gemachte Beobachtung des Fortrückens des Bluts in den Venen, wenn die Stämme ihr Blut in die sich ausdehnenden Vorkammern ergiessen, als erwiesen anzusehen.

§. 265.

Ausser den Bewegungen, welche dem Blute durch die abwechselnd erfolgenden Contractionen und Expansionen des irritabelen Herzens mitgetheilt werden, wobei dieses gleich einer Druck- und Sauge-Pumpe wirkt, und den Bewegungen, die es von Seiten der elastischen und mit einem lebenden Contractions-Vermögen begabten Wandungen der Arterien und Venen erhält, kommt dem Blute auch die Eigenschaft zu, sich selbst zu bewegen. Eine solche Eigenschaft ist dem Blute von mehreren Physiologen zugeschrieben worden, während andere gegen ihr Daseyn Zweifel erhoben haben. Dass das Blut eine belebte Flüssigkeit und einer eigenmächtigen Bewegung fähig sey, haben schon Harvey, Glisson, Bohn u. a. behauptet, und für diese Ansicht haben Albin, Wilson, Rosa, John Hunter, Gallini u. a. erhebliche Gründe beigebracht. Heidmann [1] sah beim Gerinnen frischer unter das Mikroscop gebrachter Blutstropfen ein netzförmiges Gewebe entstehen, welches einige

Digitized by Google

Minuten lang in Bewegungen begriffen war, die den schwachen Zusammenziehungen und Ausdehnungen von Muskelfasern glichen. G. R. Treviranus [2] nahm an dem eben aus der Ader eines lebenden Thieres fliessenden Blute mit Hülfe des Mikroscops zweierlei Bewegungen wahr. Die eine Art bestand in wirbelnden Bewegungen der Blutkügelchen, während sich die andere Bewegung beim Gerinnen durch zuckende Zusammenziehung des ganzen Blutkuchens äusserte. Cavollini [3] sah selbst in den Röhren des Stammes und der Aeste des hornartigen Gerippes der Sertularien eine Körner haltende Flüssigkeit, die sich wirbelartig bewegte. Haller [4], Spallanzani, Wilson Philipp [5], G. R. Treviranus [6] u. a. haben mit Hülfe des Mikroscops das Blut in den Gefässen verschiedener Thiere, besonders Fröschen, noch eine Zeit lang in Bewegung gesehen, nachdem sie die Gefässstämme des Herzens unterbunden, oder das Herz selbst ausgeschnitten hatten, was auch ich mehrmals beobachtet habe. Im bebrüteten Vogel-Ey erscheinen nach dem Zeugnisse C. F. Wolff's, Doellinger's und Pander's, Prevost's und Dumas u. a. Blutkügelchen, die in Bewegung begriffen sind, und zwar vor der Bildung der Blutgefässe und des Herzens. John Hunter, Gruithuisen, Kaltenbrunner u. a. nahmen in entzündeten Theilen oder in sich regenerirenden Gebilden, bei dem Heilungsprocess von Wunden, im Schleimstoff, Blutpunkte wahr, die sich aneinander reihten und Strömchen bildeten, welche neue Gefässe darstellten und sich mit den schon vorhandenen älteren verbanden. Alle diese Erscheinungen sprechen dafür, dass den Blutküchelchen, als organischen Form-Bestandtheilen, Bewegungs-Vermögen zukommt, welches schon Wolff denselben zugeschrieben hat. Wenn gleich dem Blute eine solche Eigenschaft nicht abgesprochen werden kann, und die ersten Bewegungen des Bluts, vor Bildung des Herzens und der Gefäss-Wandungen, nur eigenmächtige seyn können; so wird die Blutbewegung dennoch in den mit einem Herzen versehenen Thieren vorzüglich durch die Kraft-Aeusserungen dieses zu Stande gebracht, und mit ihrem Erlöschen verschwindet der Umlauf des Bluts schnell. Das Blut endlich bleibt nur so lange flüssig und behauptet seine Eigenschaft sich zu bewegen, als es mit den lebenden Körpern in

Digitized by Google

Verbindung steht. Den Adern entzogen gerinnt es und seine Bewegungen hören bald auf.

1) Reils Archiv für die Physiologie. B. 10. S. 417.
2) Biologie. B. 4. S. 654.
3) Abhandlungen über Pflanzenthiere des Mittelmeers. S. 56.
4) *De motu sanguinis; in Oper. minor. T.* 1. *p.* 115. *Sect.* 8. *Sanguinis motus, qui alias praeter cor causas habere videtur.*
5) *Philos. Transact.* 1815. *P.* 2. *p.* 224. *Medico-chirurgical Transactions. T.* 12. *P.* 2.
6) Vermischte Schriften. B. 1. S. 102.

§. 266.

Die Organe endlich scheinen eine lebende Anziehung auf das arterielle Blut auszuüben. Sind Theile in erhöhter Thätigkeit begriffen, sey es in Folge äusserer oder innerer Reize, oder durch den lebenden Einfluss des Nervensystems, so strömt mehr Blut zu denselben. Setzt man einen äusseren Theil, z. B. die Bindehaut des Auges, oder eine Stelle der Haut, einer mechanischen Reizung aus, reibt man sie, lässt man eine hohe Temperatur einwirken, oder leitet man einen elektrischen Funken darauf, oder bringt man sie mit den beiden Polen einer galvanischen Säule in Berührung, so strömt sogleich eine grosse Menge Bluts zu und sie röthen sich. Gleiches erfolgt bei jeder Verwundung. Auch alle Schleim oder Serum absondernde Häute, alle Absonderungs-Organe, und andere Theile nehmen mehr Blut auf, wenn sie gereizt werden. Diese Wirkung lässt sich nicht der gesteigerten Thätigkeit des Herzens zuschreiben, weil dieses nur auf die Bewegung des Bluts überhaupt Einfluss hat, aber das Strömen des Bluts in einem einzelnen Theile nicht zu verändern im Stande ist. Jenes Phönomen scheint vielmehr darin begründet zu seyn, dass ein gereiztes und in erhöhter Thätigkeit begriffenes Organ schnellere Veränderungen in seiner materiellen Zusammensetzung erfährt, und eben daher auch das arterielle Blut, welches allein im Stande ist, das Organ durch die Vorgänge der Ernährung zu seinen gesteigerten Kraft-Aeusserungen zu befähigen, rascher und in grösserer Menge anzieht. Ausführlicher werden die Belege für die durch die lebenden Organe auf das Blut ausgeübte Anziehung in der Lehre vom Blutumlauf des Menschen beigebracht werden.

Digitized by Google

§. 267.

Die Anordnung des Blutgefässsystems, der Grad seiner Zusammenziehung, und die dadurch bestimmte Richtung des Strömens des Bluts in seinen Bahnen steht in den verschiedenen Gruppen von Thieren in genauem Zusammenhange mit der grösseren Combination ihres Baues und der Mannigfaltigkeit und Intensität ihrer Lebens-Erscheinungen. In den Säugethieren und Vögeln, deren Organisation am meisten zusammengesetzt ist, an denen wir die verschiedenartigsten und intensivsten Thätigkeits-Aeusserungen des Nervensystems, und die kräftigsten und ausdauerndsten Bewegungen wahrnehmen, wird die Bewegung des Bluts durch die Athmungs-Werkzeuge und den gesammten Körper durch besondere Abtheilungen des Herzens vermittelt. Die Bahnen für den Blutumlauf durch die Lungen und den Körper sind so abgegränzt, dass kein Tropfen Chylus und Bluts in das Perenchym der Organe gelangen kann, der nicht zuvor der Einwirkung der Luft in den Lungen ausgesetzt war.

In den Amphibien, die weniger sensibel sind, und deren Bewegungen nicht so lebhaft und anhaltend erfolgen, ist der Blutumlauf durch die Lungen nicht in dem Grade von dem durch den Körper abgeschieden wie bei jenen Thieren; denn arterielles und venöses Blut vermischen sich im Herzen. Die Bewegung des Bluts durch beide Blutbahnen wird jedoch auch vorzugsweise durch das Herz bedingt. In den Fischen, Crustaceen und Mollusken, deren Nervensystem einen geringeren Grad der Entfaltung zeigt, und deren Muskelsystem wenig kräftige Bewegungen ausübt, sind zwar die Bahnen für den Blutumlauf durch die Athmungs-Werkzeuge und den Körper getrennt, doch wird die Bewegung des Bluts nur durch eine dieser Bahnen mittelst eines Herzens unterhalten, bei den Fischen durch ein Kiemenherz, bei den Crustaceen und den meisten Mollusken durch ein Aortenherz. In den Ringwürmern und Strahlthieren sind die beiden Blutbahnen nicht mehr so bestimmt abgeschieden, wie bei jenen Thieren, das die Blutbewegung vorzugsweise unterhaltende Herz verschwindet und Gefässe allein vermitteln den Blutumlauf.

Digitized by Google

§. 268.

Die Grösse des Herzens im Verhältniss zur Masse des Körpers, die Kraft mit welcher das Herz durch seine Zusammenziehung die Blutbewegung unterhält, und die Schnelligkeit des Blutumlaufs stehen bei den Thieren gleichfalls in genauem Verhältniss mit der Zusammensetzung ihres Baues und der Intensität der Kraft-Aeusserungen ihres Nerven- und Muskel-Systems. Am schnellsten und kräftigsten wird das Blut in seinen Bahnen bewegt in den Säugethieren und Vögeln, langsamer und träger in den Amphibien und Fischen, und am langsamsten in den Crustaceen, Mollusken, Ringwürmern und Strahlthieren. Einflüsse und Verhältnisse, welche die Lebens-Aeusserungen der Thiere steigern, beschleunigen meistens die Blutbewegung; diejenigen dagegen, welche sie herabstimmen, machen die Blutbewegung langsamer und träger. Die Fortdauer des Lebens endlich ist bei den Thieren in einem um so höheren Grade von dem Blutumlauf abhängig, je intensiver ihre animalischen Thätigkeits-Aeusserungen, die Actionen des Nervensystems und die willkührlichen Bewegungen sind. Das Leben der Säugethiere und Vögel erlöscht sobald der Blut-Umlauf nur für wenige Minuten unterbrochen ist. Amphibien, Fische, Crustaceen, Mollusken und Würmer dagegen leben Stunden, ja selbst unter gewissen Verhältnissen, Tage lang fort; wenn gleich die Blutbewegung aufgehoben, ihr Herz ausgeschnitten oder der Zusammenhang ihrer grösseren Gefässstämme zerstört ist.

Führen wir endlich zur Bestätigung des Gesagten noch mit wenigen Worten die Anordnung des Blutgefäss-Systems in den verschiedenen Thier-Classen auf.

§. 269.

In den ausgebildeten warmblütigen Thieren, den Säugethieren und Vögeln, deren Bau die grösste Zusammensetzung zeigt, deren Nervensystem am meisten entwickelt ist, an denen wir die intensivsten Nerven-Wirkungen und die grösste Ausdauer in den thierischen Bewegungen beobachten, die in den kürzesten Zeiträumen Nahrungsmittel aufnehmen und am schnellsten verdauen, deren Fortbestehen des Lebens im

Digitized by Google

höchsten Grade von der Erneuerung der Luft in den Lungen abhängig ist, bei denen ferner die Organe in dem raschesten Wechsel der Materien begriffen sind, und in denen die verschiedenartigsten und reichlichsten Absonderungen statt finden, kurz deren Lebens-Aeusserungen die grösste Vielartigkeit und Intensität darbieten, ist das Blutgefässsystem am meisten ausgebildet. Ihr ansehnlich grosses Herz besteht aus zwei durch eine Scheidewand abgetheilte Hälften oder es ist aus zwei Herzen zusammengesetzt. Jede Herzhälfte enthält eine mit Venenstämmen in Verbindung stehende und mit dünnen Wandungen versehene Höhle, einen Venensack oder Vorhof, und eine von dicken Wandungen gebildete, theils mit einem Vorhof, theils mit einem Pulsaderstamm communicirende Höhle, eine Herzkammer.

Das aus den verschiedenen Organen zurückkehrende schwarzrothe Blut wird durch die Körper-Venenstämme, die Hohladern, in den Vorhof der rechten Herzhälfte ergossen. Mit diesem Blute ist der durch die Saugaderstämme zugeführte Milchsaft und die Lymphe vermischt. Bei der Zusammenziehung des Vorhofs wird das Blut in die rechte Herzkammer getrieben, und aus dieser gelangt es bei deren Contraction in die Lungenarterie. Diese in die Lungen sich verzweigende und auf den kleinen sehr zahlreichen Lungenzellchen in ein feines Netz sich auflösende Arterie setzt das mit dem Milchsaft vermischte Venenblut der Einwirkung der atmosphärischen Luft aus, wodurch es arterielles Blut wird. Das hellrothe Blut wird durch die zu Stämmen sich vereinigenden Venen der Lunge in die mit dickeren und derberen Wandungen versehene linke Herzhälfte, das Körperherz, geleitet. Aus dem linken Vorhof gelangt es in die linke Herzkammer, von wo es mit grosser Kraft in die im ganzen Körper sich verzweigende Aorta getrieben und zu allen Theilen zugeführt wird, die sich aus diesem Blute ernähren und in ihren vitalen Eigenschaften erhalten. Aus dem arteriellen Blute werden ferner alle verschiedenen Säfte, mit Ausnahme der Galle, abgesondert. Das nicht zur Ernährung und Absonderung verwendete Blut gelangt aus den feinsten Arterien der Organe in die Venen, die sich zu Zweigen, Aesten und Stämmen vereinigen und das schwarzroth gewordene Blut in den rechten Vorhof ergiessen. Die

Digitized by Google

Venen des Magens, des Darmkanals, der Milz und des Pankreas bilden die in die Leber nach Art einer Arterie sich verzweigende Pfortader, welche vorzüglich der Absonderung der Galle vorsteht. Die von der Leber Blut ableitenden Venen münden in die untere Hohlader.

Der Blut-Umlauf erfolgt in den Vögeln und Säugethieren sehr lebhaft und schnell. Prevost und Dumas [1] zählten in einer Minute bei einer Rabe und Ente 110, bei einer Taube 136, bei einer Henne 140 und bei einem Reiher gegen 200 Pulse. Die Zahl der Pulse in einer Minute beträgt beim Pferde nach Parry [2] und Greve [3] 38 bis 52, beim Ochsen 64 bis 70. Prevost und Dumas nahmen beim Schafe 56, bei der Ziege 84, beim Hunde und einem Affen 90, bei der Katze 100, bei einem Kaninchen 120 und einem Meerschweinchen 140 Pulse wahr.

1) *Bibliotheque universelle. T.* 17. *p.* 294.

2) *An experimental inquiry into the nature, cause and varieties of the arterial pulse.*

3) Bruchstücke zur vergleichenden Anatomie u. Physiologie. S. 29.

§. 270.

In den Amphibien sind die Bahnen des Lungen- und Körper-Kreislaufs weniger abgegränzt als in den Säugethieren und Vögeln. Das Herz der Schildkröten, Eidechsen und Schlangen besteht aus zwei, durch eine Scheidewand getrennten Vorhöfen, und einer Kammer, welche in den Schildkröten und Eidechsen meistens drei, in den Schlangen zwei unter einander communicirende Zellen oder Höhlen enthält, aus denen die Lungen-Arterien und die Körper-Pulsadern ihren Ursprung nehmen. Das aus dem Körper zurückkehrende, mit dem Milchsaft und der Lymphe vermischte Venenblut ergiesst sich durch die Hohladern in den rechten Vorhof, während das aus den Lungen kommende arterielle Blut durch die Lungen-Venen in den linken Vorhof geleitet wird. Bei der Zusammenziehung der Vorhöfe werden beide Blutarten in die Abtheilungen der Herzkammer getrieben, in denen sich dieselben zum Theil vermischen, und bei deren Contraction in die Lungen-Arterien und die Körper-Pulsadern gelangen. Dies ist durch die Untersuchungen des Herzens der Schildkröte von Cal-

Digitized by Google

desi [1], du Verney [2], Mery [3], Buissiere [4], Morgagni [5], Weisberg [6] u. a., des Herzens des Krokodils von du Verney [7], Cuvier [8], und des der Schlangen von Schlemm [9] dargethan worden.

Das Herz der Frösche [10], Kröten, Salamander und Tritonen besteht nur aus einem Vorhof und einer Kammer. In jene wird das Blut der Lungen und des Körpers ergossen, es gelangt in die Kammer und wird in die Körper-Pulsader bewegt. Die Lungen-Arterien sind blose Aeste der Aorta. Eine ähnliche Anordnung zeigt das Herz in den mit Kiemen versehenen Amphibien, der Sirene und dem Proteus. In *Siren lacertina* soll sich die aus der Kammer entspringende Pulsader, nach Cuvier's Untersuchungen [11], ganz in die Kiemen verzweigen und die Kiemen-Venen sollen wie bei den Fischen durch ihre Vereinigung die Aorta bilden. Im *Proteus anguinus* dagegen theilt sich die aus der Herzkammer hervortretende Arterie, zufolge der Untersuchungen von Configliachi und Rusconi [12], in zwei Stämme, die Aeste zu den Kiemen, den Kopf und den Lungen abgeben, und dann sich zur absteigenden Aorte verbinden. Die Kiemen-Venen münden theils in die Kopf-Pulsadern, theils in die absteigende Aorte. Die Lungen-Venen dagegen öffnen sich in die Körper-Venenstämme. Eine ähnliche Anordnung sah Rusconi [13] in den Larven der Wasser-Salamander.

In den Amphibien findet sich wie in den Säugethieren und Vögeln ein Pfortadersystem, das aber eine grössere Ausbreitung zeigt, indem sich nach Bojanus [14] Untersuchungen nicht nur die Venen des Magens, Darmkanals, des Pankreas und der Milz, sondern auch die Venen der hinteren Gliedmassen und der Bauchdecken den Stamm der Pfortader bilden.

Der Blutumlauf der Amphibien erfolgt, nach den Bewegungen des Herzens zu schliessen, weniger schnell und lebhaft als bei den Säugethieren und Vögeln. Die Temperatur der Medien, in denen die Amphibien leben, so wie die Unterbrechung der Athmungs-Bewegungen üben einen grossen Einfluss auf die Schnelligkeit und Trägheit der Contractionen des Herzens aus. Das Herz der Schildkröten soll sich nach Caldesi's Beobachtungen nur dreizehn- bis

Digitized by Google

zwanzigmal, ja nach Fontana nur zehnmal in der Minute zusammenziehen. An dem Herzen einer Riesenschlange nahm Wilford [15] fünfzehn bis fünfundzwanzig Pulsationen in der Minute wahr. Fontana zählte an dem Herzen von Fröschen einige siebenzig Pulse in der Minute. Sind die Thiere durch Hunger entkräftet, so werden die Bewegungen des Herzens sehr langsam. Fontana sah das Herz einer Schildkröte, welche seit langer Zeit keine Nahrungsmittel aufgenommen hatte, binnen zweiundzwanzig Minuten nur zehnmal pulsiren; das Herz von Fröschen zog sich unter diesem Verhältnisse zehnmal in der Minute zusammen. Die Fortdauer des Lebens der Amphibien ist nicht in dem Grade von dem Blutumlauf abhängig wie bei den Säugethieren und Vögeln, indem sich Schildkröten, Schlangen und Frösche noch lange Zeit bewegen, nachdem ihnen das **Herz ausgeschnitten ist.**

1) *Osservazioni anatomiche intorno alle tartarughe maritime, d'aqua dolce, e terrestri. Firenze* 1687. 4. *p.* 59. *Tav.* 7.

2) *Description du coeur de la tortue, de la grenouille, de la vipère, des poissons etc. Mém. de l'Acad. des sc. de Paris.* 1699. *p.* 227.

3) *Description du coeur d'une grande tortue terrestre de l'Amérique. Ib.* 1703. *p.* 345. 403. 437. 451. 457.

4) *Anatomical description of the heart of land tortoises from America; in Philos. Transact. Y.* 1710. *p.* 170.

5) *Adversar. anat. V. p.* 24.

6) *Observationes anatomicae de Corde testudinis marinae Mydas dictae; in Commentat. Soc. reg. Goetting. T.* 16. *p.* 18.

7) *Description du coeur du crocodile; in Mém. de l'Acad. des sc. de Paris.* 1703. *p.* 390.

8) *Anatomie comparée. T.* 4. *p.* 222.

9) Anatomische Beschreibung des Blutgefässsystems der Schlangen; in Tiedemann's und Treviranus Zeitschrift für Physiologie. B. 2. S. 101.

10) Das Herz und das Blutgefässsystem des gemeinen Frosches hat Swammerdamm in seiner *Biblia naturae* beschrieben und Tab. 49. Fig. 3. 4. abgebildet.

11) *Recherches sur les amphibies douteux. p.* 21.

12) *Del proteo anguino. p.* 69. *Tav.* 4. *Fig.* 8.

13) *Descrizione anatomica degli organi della circolazione delle larve delle Salamandre acquatiche. Pavia* 1817. 4. *Fig.* 6.

14) *Anatome Testudinis europaeae. p.* 129. *Tab.* 25.

15) Thomson *Annals of philosophy. T.* 2. *p.* 26.

Digitized by Google

§. 271.

In den Fischen wird der Blutumlauf durch die Kiemen mittelst des Herzens, der durch den Körper durch blosse Gefässe zu Stande gebracht. Das im Verhältniss zur Masse des Körpers kleine Herz liegt hinter den Kiemen und besteht aus einem Vorhof und einer Kammer [1]. Jener nimmt das aus den verschiedenen Theilen des Körpers zurückkehrende schwarzrothe Blut mit dem Milchsaft und der Lymphe aus den Hohladern auf, und bewegt es in die Kammer. Aus dieser wird es in die Kiemen-Pulsader getrieben, welche in ihrem Ursprung eine contractile Erweiterung bildet. Sie verzweigt sich in die Kiemen und löst sich in den zahlreichen Lamellen derselben in ein feines Netz auf, wo das venöse Blut in hellrothes verwandelt wird. Alle Kiemen-Venen vereinigen sich zu einem grossen, längst der unteren Fläche der Wirbelsäule verlaufenden Gefässstamm, der Aorte [2], welche durch ihre zahlreichen Aeste und Zweige den Organen das zur Ernährung nothwendige Blut zuführt. Die meisten der aus den Organen tretenden Venen bilden die obere und untere, in den einfachen Venensack sich öffnende Hohlader. Die Venen des Magens, Darmkanals und der Milz, sowie auch bei mehreren Fischen nach Rathke's Untersuchungen [3], die Venen der Geschlechtstheile und der Schwimmblase leiten das Blut zur Leber.

Der Blutumlauf erfolgt weniger schnell als in den Säugethieren und Vögeln, denn das Herz contrahirt sich nur zwanzig- bis dreissigmal in der Minute. Das Herz des Aals pulsirt nach Fontana's Beobachtungen vierundzwanzigmal, wenn er durch Hunger entkräftet nur zwei- bis dreimal.

1) Tiedemann Anatomie des Fischherzens. Landshut 1809. 4.

2) Du Verney in den *Mém. de l'Acad. des sc. de Paris.* 1699. *p.* 240. *Fig.* 16.

3) Ueber die Leber und das Pfortadersystem der Fische; in Meckel's Archiv für Anatomie und Physiologie. 1826. S. 126.

§. 272.

In den Weichthieren findet sich ein doppelter Blut-Umlauf, durch die Athmungs-Organe und den Körper. Diesen unterhält das Herz, jener dagegen wird durch Gefässe

Digitized by Google

vollzogen. Das Herz besteht meistens aus einem Vorhof und einer Kammer. Seine Lage richtet sich nach der Anordnung der Athmungs-Werkzeuge. Finden sich solche an beiden Seiten des Körpers, so liegt das Herz in der Mittellinie des Körpers, wie in den Gattungen *Scyllaea*, *Tethys*, *Tritonia* u. a. Sind die Athmungs-Organe nur auf einer Seite vorhanden, so ist das Herz auf dieser gelagert. In den Schnecken mit gewundenem Gehäuse befindet sich das Herz in einer der Richtung der Windungen entgegengesetzten Lage. Das aus den Werkzeugen des Athmens durch Venen abgeleitete Blut ergiesst sich in den Vorhof, aus dem es in die Herzkammer gelangt, und welche es durch die Verzweigungen der Aorte im Körper verbreitet. Aus den verschiedenen Organen des Körpers sammelt sich das Blut in den Körper-Venenstämmen, die sich wieder nach Art von Pulsadern in die Athmungs-Organe verzweigen [1]. Das Blutgefäss-System bietet übrigens in den verschiedenen Gruppen von Mollusken einige Eigenthümlichkeiten dar. So fehlt den Cephalopoden der Vorhof, und an dem Uebergang der beiden Aeste der Körper-Vene in die Kiemen-Arterien befindet sich noch auf jeder Seite eine besondere die Bewegung des Bluts durch die Kiemen vermittelnde Herzhöle [2]. In einigen Acephalen, z. B. in den Gattungen *Arca* und *Pinna*, ist die Herzkammer in zwei abgetheilt, und aus jeder entspringt eine Aorta, welches nach Home [3] auch in der Darmröhre *(Teredo)* der Fall ist. In den schalenlosen Acephalen und in der Gattung *Lingula* mangelt der Vorhof. In den Acephalen [4] und unter den Gasteropoden in *Patella* und *Haliotis* dagegen sind zwei das Kiemenblut aufnehmende und in die Kammer leitende Vorhöfe zugegen.

Der Blutumlauf der Mollusken erfolgt nur langsam. Gaspard [5] sah das Herz einer Weinbergsschnecke *(Helix pomatia)* während des Sommers fünf- bis achtundzwanzigmal in der Minute pulsiren. Das Herz einer Teichmuschel *(Anodonta)* zog sich nach Pfeiffer [6] fünfzehnmal in der Minute zusammen. Uebrigens ist die Lebhaftigkeit der Bewegungen des Herzens sehr veränderlich nach der Temperatur der Luft oder des Wassers, in denen sie sich aufhalten.

Digitized by Google

1) Wie Swammerdamm (*Bibl. naturae. Tab.* 5. *Fig.* 4. 5.) zuerst in der Gattung *Limax* wahrnahm. Ein gleiches findet in den kopflosen Mollusken nach Bojanus (Ueber die Athmen- und Kreislaufs-Werkzeuge der zweischaligen Muscheln. Jena 1821.) statt.

2) Aus der *Sepia officinalis* abgebildet von Swammerdamm (a. a. O. Tab. 32. Fig. 1.), Monro (Physiologie der Fische. Taf. 31. Fig. 1. 2.), Cuvier (*Mémoires pour servir à l'histoire et à l'anatomie des Mollusques. Pl.* 2. *Fig.* 3.) und Home (*Philos. Transact.* 1817.).

3) *Philos. Transact.* 1806. *p.* 184.

4) *Poli Testacea utriusque Siciliae. Tab.* 9. *Fig.* 11. 12. *Tab.* 10. *Fig.* 16.

5) Magendie *Journal de Physiologie. T.* 2. *p.* 295.

6) Naturgeschichte der deutschen Land- und Süss-Wasser-Mollusken. Abth. 2. S. 22.

§. 273.

Das Vorkommen des Blutumlaufs in den Crustaceen war schon Harvey [1] und Willis [2] bekannt. Jener sah in einer *Squilla* die Bewegungen des Herzens, und dieser bildete das Herz und die Gefässe des gemeinen Flusskrebses ab. Das Herz der eigentlichen Krebse (*Crustacea decapoda*), welches auch Roesel [3] beschrieben hat, liegt unter dem Rückenschilde hinter dem Magen, und ist ein Körper- oder Aorten-Herz. Zufolge Audouin's und Milne Edwards [4] Untersuchungen erfolgt der Kreislauf des Bluts auf folgende Weise. Das Blut strömt aus dem grossen, mit dünnen muskulösen Wandungen versehenen Herzen durch sechs Gefässe. Drei führen Blut zu den vorderen Theilen des Körpers, den Augen, Antennen u. a., zwei gelangen zur Leber, und ein sechstes grosses Gefäss, die Aorte, verläuft in der Brust und im Bauch, und sendet Zweige zu den Gliedmassen. Die ungemein dünnwandigen Venen [5] vereinigen sich zu einem oder zwei Stämmen oder Behältern, welche in den kalkartigen Stücken des Thorax eingeschlossen liegen. Aus ihnen entspringen Gefässe, die sich in die Kiemen begeben. Diese, den Kiemen Blut zuführenden, Gefässe vertreten also die Stelle von Arterien und verzweigen sich in die Kiemenblätter. Aus den Kiemen treten Venen, die sich in das Herz öffnen. An der Stelle der Einmündung der zwei Haupt-Venenstämme befinden sich Klappen, die das Zurückströmen des Bluts bei der Contraction des Herzens verhindern.

In den übrigen Krustenthieren kommt ebenfalls ein Blutumlauf vor. De Geer [6] und O. F. Muellen [7] sahen eine

Digitized by Google

doppelte Strömung in entgegengesetzten Richtungen in den Antennen und Füssen von Squillen. Schaeffer [8] nahm im krebsartigen Kiefenfuss *(Limulus lacustris Müll.)* einen abwechselnd sich zusammenziehenden und ausdehnenden Herzkanal wahr. Jurine der jüngere [9] beobachtete den Blutumlauf im *Argulus foliaceus.* Er und Rambohr [10] fanden einen Herzkanal in den Daphnien, der in lebhaften Bewegungen begriffen war. Endlich ist ein solcher Kanal von G. R. Treviranus [11] auch in den Asseln *(Oniscus, Armadillo, Idotea)* aufgefunden worden. Das Blut scheint, wie in den eigentlichen Krebsen, vom Herzen zu den verschiedenen Theilen, und aus diesen durch die Kiemen zum Herzen zurückzuströmen.

1) *De motu cordis et sanguinis in animalibus. Francof.* 1628. 4. *p.* 29. *Est hic apud nos minima squilla (quae Anglice dicitur a Shrimp, Belgice en Gerneel) in mari, et in Thamesi capi solita, cujus corpus omnino pellucidum est. Eam aquae impositam saepius praebui spectandam amicissimis quibusdam meis, ut cordis illius animalculi motus liquidissime perspiceremus, dum exteriores illius corporis partes visui nihil officerent, quo minus cordis palpitationem quasi per fenestram intueremur.*

2) *De anima brutorum. Amstelodami.* 1674. 12. *p.* 48. *Tab.* 3. *Fig.* 1.

3) Insektenbelustigungen. B. 3. Tab. 58. Fig. 9. 14.

4) *Recherches anatomiques et physiologiques sur la Circulation dans les Crustacées;* in *Annales des sciences naturelles. T.* 11. *Juil.* 1827. *p.* 283.

5) Irrigerweise hat Lund (Isis 1825. Heft 5. S. 593.) das Vorkommen von Venen in den Krebsen geläugnet; wogegen indess G. R. Treviranus (Zeitschrift für Physiologie. B. 2. H. 1. S. 152) Einwürfe gemacht hat.

6) *Mém. pour servir à l'hist. naturelle des Insectes. T.* 7. *p.* 512.

7) *Zoologia Danica. Vol.* 2. *p.* 48.

8) Der krebsartige Kiefenfuss. S. 64.

9) *Annales du Musée d'hist. naturelle. T.* 7. *p.* 431. *Histoire naturelle des Monocles. Genève* 1820.

10) Mikrographische Beiträge zur Entomologie und Helmintholo-gie. B. 1. S. 22.

11) Vermischte Schriften. B. 1. S. 58. 78.

§. 274.

In den Arachniden, den Spinnen, Afterspinnen *(Phalangium)* und Skorpionen haben Cuvier [1], J. F. Meckel [2], und

Digitized by Google

G. R. Treviranus [3] ein Gefässsystem für die Saftbewegung nachgewiesen. Das Herz zieht sich in Gestalt eines länglichen, an beiden Enden sich verengernden Schlauchs durch den Körper, und ist mit einer dünnen Lage von kreisförmigen Muskelfasern belegt. Von ihm verbreiten sich Gefässe in den Körper und in die Athmungs-Werkzeuge. Das Herz ist während des Lebens abwechselnd in Contraction und Expansion begriffen. Wahrscheinlich empfängt das Herz Blut bei seiner Ausdehnung aus den Athmungs-Organen und führt dies bei seiner Zusammenziehung den verschiedenen Theilen zu. Vielleicht verzweigen sich die aus den Organen zurückkommenden Gefässe in die Werkzeuge des Athmens, wie bei den Krebsen. Ein Strömen des Bluts in entgegengesetzten Richtungen, wie in Arterien und Venen, haben Leeuwenhoek [4], Baker [5] und De Geer [6] mit Hülfe des Mikroscops an durchsichtigen Theilen der Spinnen wahrgenommen.

1) *Anat. comparée. T.* 4. *p.* 419.

2) Beiträge zur vergleichenden Anatomie. B. 1. Heft 2. S. 108. im Skorpion.

3) Er beschreibt den Herzkanal mit den Gefässen von *Aranea domestica* und *atrox* (Ueber den inneren Bau der Arachniden. Nürnberg 1812. S. 28. Taf. 3. Fig. 28. 30.), von *Aranea diadema.* Vermischte Schriften B. 1. S. 4. Taf. 1. Fig. 1.). Vom Skorpion in jener Schrift. S. 9. Taf. 1. Fig. 4.) und von den Afterspinnen in der zuletzt genannten Schrift. B. 1. S. 31. Taf. 3. Fig. 16. 18.).

4) *Arcan. naturae. T.* 4. *p.* 331.

5) *On the use of the microscope. T.* 1. *p.* 130.

6) a. a. O.

§. 275.

Auch in den Insekten findet ein Umlauf von Säften in kreisförmiger Bahn statt. Malpighi [1] nahm zuerst im Seidenwurm, so wie in anderen Raupen und Schmetterlingen, einen unter der Haut des Rückens der Länge nach durch den Körper sich hinziehenden, mit einer Flüssigkeit gefüllten, und in lebhaften pulsirenden Bewegungen begriffenen Kanal wahr, den er Herz nannte. Swammerdamm und Lyonet [2] überzeugten sich von dem Daseyn eines solchen Gefässes. Da es ihnen aber nicht glückte, von demselben ausgehende und im Körper sich vertheilende Verzweigungen aufzufinden, so trugen sie Bedenken es für ein Herz zu

Digitized by Google

halten. Eben so wenig gelang dies Cuvier [3], Marcel de Serres [4], J. G. Meckel [5], Herold [6] u. a. J. Mueller [7] sah vom Rückengefäss Aeste zum Kopfe, und viele feine, hohle Faden zu den Eyerröhren treten. Obgleich dieses Gefäss in seiner Lage, Anordnung und seinen Lebens-Aeusserungen die grösste Aehnlichkeit mit dem Herzen der Krebse und Spinnen hat, so nahmen die Physiologen dennoch Anstand ihm dessen Verrichtung zuzuschreiben.

Bewegungen von Säften in einzelnen Theilen des Insekten-Körpers wurden mit Hülfe des Mikroscops von einem Ungenannten [8], von Nitzsch [9], Gruithuisen [10], Ehrenberg und Hemprich [11] beobachtet. Carus [12] erwies zuerst das Vorkommen eines vollständigen, von dem Rückengefäss ausgehenden und in dasselbe zurückkehrenden, Blut-Umlaufs. Er sah an durchsichtigen Theilen der Larven von Libellen und Ephemeren eine peripherische arterielle und eine rückkehrende venöse Blutströmung, und nahm das Umbiegen und unmittelbare Uebergehen der Blutkügelchen aus jener in diese wahr. Die Bewegung der Säftemasse erfolgt in ununterbrochenem Zuge, doch mit deutlich stossweise verstärkter Geschwindigkeit, von dem pulsirenden Rückengefäss aus. Die durch die Contractionen des Gefässes fortgetriebene Blutmasse wird durch Aeste in den Kopf, die Antennen und Gliedmassen getrieben. Die feinsten arteriellen Ströme gehen in venöse über, und diese ergiessen sich in ein auf der Bauchfläche liegendes Gefäss, welches sich im hintern Theil des Körpers mit dem Rückengefäss oder Herzkanal verbindet. Demnach scheint die in dem Darmkanal aus den Nahrungsmitteln bereitete Flüssigkeit, auf unbekannten Wegen, in den Herzkanal zu gelangen, und von hier aus den verschiedenen Theilen zum Behufe der Ernährung zugeführt zu werden. Die vermittelst der Tracheen den Organen selbst zugeleitete Luft ertheilt wohl der rohen Nahrungs-Flüssigkeit die nöthige Eigenschaft, um sich bei der Ernährung mit den festen Theilen verbinden zu können. Das Residuum der Nahrungs-Flüssigkeit scheint zu dem Herzkanal zurück zu kehren.

Die Pulsationen des Herzens der Insekten erfolgen mit verschiedener Geschwindigkeit. Nach Herold's Beobachtungen pulsirt das Rückengefäss bei jungen Raupen schnel-

Digitized by Google

ler als bei ausgewachsenen. So nahm er an den Seidenwürmern nach der ersten Häutung bei einer Temperatur von 22,50 Grad C. während einer Minute 46 bis 48, bei der ausgewachsenen Raupe nur 36 Pulsationen wahr. In der Wärme sind die Pulsationen weit schneller und lebhafter als in der Kälte.

1) *Oper. omn. T.* 2. *De bombycibus. p.* 20. 42.

2) *Traité anatomique de la Chenille, qui ronge le bois de Saule. A la Haye* 1762. 4. *p.* 104. *Pl.* 4. *Fig.* 4. *p.* 425.

3) *Mém. de la société d'hist. naturelle de Paris. An* 7. *p.* 34. *Anatomie comparée. T.* 4. *p.* 417.

4) *Observations sur les usages du Vaisseau dorsal; in Mém. du Muséum d'hist. natur. T.* 4. *p.* 149. 313. *T.* 5. *p.* 59.

5) Ueber das Rückengefäss der Insekten; im Archiv für die Physiologie. B. 1. S. 469.

6) Physiologische Untersuchungen über das Rückengefäss der Insekten. Marburg 1823. 8.

7) Ueber die Entwickelung der Eyer im Eyerstocke bei den Gespenster-Heuschrecken und eine neu entdeckte Verbindung des Rückengefässes mit den Eyerstöcken bei den Insekten; in den Nov. Act. Academ. Nat. Cur. V. 12. P 2. p. 555.

8) Brief eines Ungenannten in Baker's Beiträgen zu nützlichem und vergnügendem Gebrauch und Verbesserung des Mikroscops. Augsburg 1754. S. 506.

9) *Commentatio de respiratione animalium. Vitenberg* 1808. *p.* 27. *In larva tipulae plumosae quae tracheis caret, vasa sanguifera ipse mihi animadvertisse videor.*

10) Salzburger medic. chir. Zeitung. 1818. No. 92. Er sah den Kreislauf in den Larven von Wasser-Insekten.

11) Von Humboldt's Bericht über die naturhistorische Reise der Herren Ehrenberg und Hemprich. S. 22. Sie sahen die Bewegung der Säfte in den Flügeln einer Mantis-Art.

12) Entdeckung eines einfachen vom Herzen aus beschleunigten Blutkreislaufes in den Larven netzflüglicher Insekten. Leipzig 1827. 4. Auch in einigen Gattungen von Käfern, namentlich den Leuchtkäfern *(Lampyris)* sah er ein Kreisen des Safts in den Flügeldecken.

§. 276.

Obgleich in den Ringwürmern ein Gefäss-System vorhanden ist, welches eine rothe, gerinnbare und in Strömungen begriffene Flüssigkeit enthält, so ist seine Anordnung, ohnerachtet der von Cuvier [1], Viviani [2], Thomas [3], Spix [4], Ev. Home [5], Kunzmann [6], Bojanus [7] und Leo [8] an verschiedenen Wurm-Arten angestellten Untersuchungen

Digitized by Google

dennoch nicht vollständig bekannt. Darin nur stimmen jene Naturforscher überein, dass sich das Blut in mehreren, durch den Körper sich hinziehenden und unter einander anastomosirenden Gefäss-Stämmen bewegt, ohne dass eine eigentliche, dem Herzen ähnliche muskulöse Erweiterung zugegen ist. Im Blutegel, dessen Gefässsystem am genauesten untersucht ist, verlaufen der Länge nach drei grössere Gefäss-Stämme, ein mittlerer und zwei seitliche. Letztere stehen in jedem Ring des Körpers mittelst anastomosirender Gefässe theils unter einander, theils mit dem mittleren Stamme in Verbindung. Nach J. Mueller's [9] mikroscopischen Beobachtungen geschieht der Blutumlauf auf die Weise, dass in dem einen Moment das eine Seitengefäss und der mittlere Stamm, so wie die zwischen ihnen befindlichen Verbindungs-Gefässe mit Blut gefüllt sind, während das Gefäss der anderen Seite mit seinen Verzweigungen verengt und leer ist. Im folgenden Moment erscheint dieses gefüllt und jenes ist leer. Das Blut strömt während der Contraction eines Seitengefässes durch die mittleren Zwischengefässe hinüber zur anderen Seite, und im zweiten Momente wieder herüber; doch beginnt die Zusammenziehung so wie die Strömung zuerst hinten und rückt wie eine Welle nach vorn. Das Seitengefäss und das mittlere Gefäss werden daher zuerst hinten leer, und das früher leere Gefäss wird zuerst vorn wieder voll. Demnach findet in den Ringwürmern ein bloss durch Gefässe vermittelter Blutlauf statt, zwischen der das Athmen unterhaltenden Haut und den Theilen.

1) *Anatomie comparée. T.* 4. *p.* 410.

2) *De phosphorescentia maris. Genuae* 1805. 4. *p.* 14. Ueber die Gefässe der Sabella.

3) *Mém. pour servir à l'histoire naturelle des sangsues. Paris* 1806. 8.

4) Ueber den inneren Bau des gemeinen Blutegels; in den Denkschriften der Münchner Akademie. 1813. S. 183.

5) *An account of the circulation of the blood in the Class Vermes of Linnaeus; in Philos. Transact.* 1817. *P.* 1. *p.* 1.

6) Anatomisch-physiologische Untersuchungen über den Blutegel. Berlin 1817.

7) Vom Gefässsystem des Blutegels; in Oken's Isis. 1818. S. 2089.

8) *Diss. de structura lumbrici terrestris. Regiomonti* 1820. 4.

Digitized by Google

9) Ueber den Kreislauf des Bluts bei *Hirudo vulgaris*; in Meikel's Arch. für Anatomie und Physiologie. Jahrg. 1828. No. 1. S. 22. Taf. 1. Fig. 1. 2.

§. 277.

In den Strahlthieren, den Seesternen, Seeigeln und Holothurien, kommt ein Gefässsystem, worin sich eine Flüssigkeit in kreisförmiger Bahn bewegt, nur noch an dem Nahrungs-Schlauch und den Eyerstöcken vor [1]. In den Seesternen vereinigen sich zahlreiche von dem Magen, den blinddarm-artigen Anhängen und den Eyerstöcken kommende, sehr dünnwandige Venen zu einem Stamme. Dieser bildet eine herzartige Erweiterung und verzweigt sich gleich einer Arterie. In den Seeigeln sind zwei Gefässstämme an den beiden Seiten der Windungen des Darmkanals zugegen, von denen der äussere eine Vene, der innere eine Pulsader zu seyn scheint. Die beiden Stämme stehen mittelst einer herzähnlichen Erweiterung und ihrer feinsten Verzweigungen mit einander in Verbindung. An dem Darmkanal der Holothurien kommt gleichfalls ein Arterien- und Venen-Stamm vor, welche theils durch ihre feinsten Verästelungen, theils durch ein grosses, auf dem einen Aste des Athmungsorgans liegendes Gefässnetz mit einander verbunden sind.

Ausser diesem Gefässsystem ist in jenen Strahlthieren noch ein anderes Gefässsystem eigener Art vorhanden, das sich auf die Ausübung der Ortsbewegung bezieht. Es besteht aus Gefässen, die sich von einem, um den Mund liegenden Kanal, strahlenförmig an der inneren Fläche der Haut wie in den Holothurien, oder an der kalkartigen Schale, wie in den Seeigeln und Seesternen, verbreiten [2]. Diese Gefässe öffnen sich in die hohle Tentakeln, und deren blasenartige Erweiterungen. In den Gefässen ist eine wasserhelle Flüssigkeit enthalten, welche sich bei der Bewegung der Thiere in die Tentakeln ergiesst, und deren Anschwellung und Aufrichtung bewirkt. Werden die Theile eingezogen, so strömt die Flüssigkeit bei der erfolgenden Contraction ihrer muskulösen Wandungen in die Gefässe zurück. In diesem Gefässsystem findet also keine Bewegung der Flüssigkeit in kreisförmiger Bahn statt, sondern dieselbe strömt nur von Innen nach Aussen und wieder zurück. Die wahrscheinlich aus dem Blute bereitete Flüs-

Digitized by Google

sigkeit scheint zugleich zur Ernährung der Haut, der kalkartigen Schale und der Bewegungsorgane verwendet zu werden.

1) Meine Anatomie der Röhren-Holothurie, des pomeranzfarbigen Seesterns und Stein-Seeigels. Landshut 1816. Fol. Das Blutgefäss-System der Holothurie abgebildet, Taf. 3; das des Seesterns, Taf. 8, und des Seeigels, Taf. 10. Fig. 1.

2) Dies Gefäss-System der Holothurie ist dargestellt auf Taf. 2. Fig. 4. Taf. 4., des Seesterns auf Taf. 8. und des Seeigels Taf. 10. Fig. 2. 3.

II. *Saftbewegung in den Gewächsen.*

§. 278.

Ueber wenige Gegenstände der Pflanzenkunde sind so viele Streitigkeiten geführt worden, wie über die Bewegung des Saftes. Darin stimmten die Botaniker bald überein, dass die von den Wurzeln eingesaugte rohe Nahrungs-Flüssigkeit in die Blätter gelange, und hier unter dem Einflusse des Lichts, der Wärme und der Luft die zur Bewirkung des Wachsthums nothwendigen Eigenschaften bekomme. Ob aber eine Strömung des Saftes aus den Blättern zurück zu den verschiedenen Theilen statt finde, und in welchen Räumen sie geschehe, dies bleibt der Gegenstand eines fortdauernden und noch nicht beendigten Streits. Grew und Malpighi, die Begründer der Pflanzen-Physiologie, der Analogie mit den Thieren vertrauend, hegten die Vermuthung, es käme eine dem Blut-Umlauf ähnliche Bewegung des Safts vor. Letzterer [1] äusserte die Meinung: der rohe in die Blätter aufgestiegene Saft werde durch die Verdunstung wässeriger Theile verähnlicht, und kehre aus denselben durch eigene Gefässe zurück, um den verschiedenen Theilen der Pflanze zum Behufe ihres Wachsthums zugeführt zu werden. Major, Perrault [2], Parent, Mariotte [3], de la Baisse [4], Duhamel [5], van Marum [6], Corradori [7] u. a. erklärten sich für einen Umlauf des Saftes in kreisförmiger Bahn. Andere Physiologen, von nicht geringerer Autorität, Dodart, Magnol, Hales, Duclos, Bonnet u. a. verwarfen ihn, und nahmen nur eine auf- und absteigende fluctuirende Bewegung des Saftes in denselben Gefässen an.

Digitized by Google

In neuerer Zeit vertheidigte Knight [8] eifrigst das Strömen des Safts von den Blättern zu den Theilen. Nach seiner, auf Versuche sich stützenden, Ansicht wird der, durch das junge Holz der Bäume, in die Blätter aufgestiegene Saft, in Folge der Verdunstung wässeriger Theile, reicher an verbrennlichen Materien, und fliesst mittelst besonderer Gefässe der Blattstiele in die innere Lage der Rinde und in den Splint. Von hieraus werde er im Stamme und in der Wurzel vertheilt, und zu ihrem Wachsthum verwendet. Ein Theil des Nahrungs-Safts häufe sich während des Spätsommers im Splinte an, und trage mit dem im Frühling aus der Wurzel aufsteigenden Safte zur Bildung der neuen Blätter und Blüthen bei. Als Gründe für seine Meinung führt er folgende Versuche an. Wenn man um einen jungen Baum ein festes, in die Rinde einschneidendes Band anlege, so wachse der Baum oberhalb des Bandes stärker, als unterhalb desselben. Gleiches erfolge, wenn man um den Stamm zwei Zirkelschnitte mache, und den dazwischen liegenden Theil der Rinde wegnehme. Ferner zeigte er, dass die Wurzeln, wie auch andere Naturforscher, namentlich Du Hamel, beobachtet haben, der Länge nach an den feinsten Verzweigungen fortwachsen, was das Absteigen des Safts voraussetze. Diese und viele andere Versuche bewogen ihn zur Annahme einer Bewegung des Safts von den Blättern zum Stamm zurück. Auch Bell [9] u. a. haben ein solches Strömen des Safts zu beweisen gesucht.

1) *Anatome plantarum. T.* 1. *p.* 54.

2) *Observation sur la circulation de la sève dans les plantes*; in *Mém. de l'Ac. de Paris.* 1709. *p.* 44. *Oeuvres de physique et méchanique. T.* 1. *p.* 69.

3) *Mém. de l'Ac. de Paris.* 1709.

4) *Dissert. sur la circulation de la sève dans les plantes*; *Prix de l'Ac. de Bordeaux.* 1733. 8.

5) *Physique des arbres. T.* 1. *p.* 85.

6) *Diss. qua disquiritur, quo usque motus fluidorum et caeterae quaedam animalium et plantarum functiones consentiunt. Groningae* 1773.

7) *Sulla circolazione del sugo nelle piante; in Atti della Societa econom. di Firenza. V.* 3. *p.* 211.

8) *On the motion of the Sap of trees*; *in Phylosoph. Transact.*

Digitized by Google

1801. *p.* 336. 1803. *P.* 2. *p.* 273. 1804. *P.* 1. *p.* 183. 1805. *P.* 1. *p.* 88. 1808. *P.* 2. *p.* 313.

9) *Manchester Mem. T.* 2. *p.* 402.

§. 279.

Bewegung des Safts in den Pflanzen wurde mit Hülfe des Mikroscops beobachtet. In den durchsichtigen Gliedern der Conferven nimmt man grüne Körner oder Kügelchen wahr, die in Bewegung begriffen sind, wie Ingenhouss [1], Vaucher [2], Girod-Chantran [3] und L. C. Treviranus [4] wahrgenommen haben. B. Corti [5] sah zuerst in einer Wasserpflanze (wahrscheinlich der *Caulinia fragilis Willden.*) eine Kügelchen enthaltende Flüssigkeit in regelmässigen auf- und absteigenden Strömungen begriffen. In den einzelnen durch Scheidewände abgegränzten Gliedern bewegte sie sich, angeblich in Gefässen, an der einen Seite bis zur knotigen Anschwellung hinauf, bog dann um, und stieg an der andern Seite herab, um wieder aufwärts zu strömen. Aehnliche Bewegungen will er in verschiedenen anderen Wasser- und Land-Pflanzen, in der Wasserkresse, den Blättern des Pfeilkrauts, in Kürbiss- und Gurken-Pflanzen, wahrgenommen haben. Fontana [6] bestätigte Corti's Beobachtungen. L. C. Treviranus [7] sah gleichfalls in Schläuchen der einzelnen Glieder der Charen *(Chara flexilis, vulgaris* und *hispida)* die auf- und niedersteigende kreisförmige Bewegung einer Flüssigkeit, die grüne Körner enthielt. Eine solche Bewegung des Safts wurde nicht nur in den Charen von Gozzi [8], Amici [9], Schultz [10], Kaulfuss [11] und G. W. Bischoff [12], sondern auch in den Caulinien von Amici, in den Nitellen von Agardh [13] und in den Zellen der *Vallisneria* und *Hydrocharis* von Meyen [14] beobachtet. Wärme beschleunigt die Bewegung, Kälte macht sie langsamer und hebt sie endlich auf. Saure auf die Pflanzen wirkende Flüssigkeiten unterbrechen die Bewegung. Geht das Wachsthum der Pflanzen gut von statten, so bewegt sich der Saft schneller. Dass der Saft von den Wurzeln in die Glieder gelangt, und von einem Gliede durch die Scheidewand zum andern aufsteigt, ist noch nicht beobachtet worden. Wahrscheinlich geht nur der dünnere Theil des Safts durch die Querwände hindurch, und gestaltet sich erst in den Gliedern zu Kügelchen.

Digitized by Google

1) Vermischte Schriften. B. 1. S. 218.

2) *Hist. des Conferves d'eau douce.*

3) *Recherches chimiques et microscopiques sur les Conferves, Bisses, Tremelles etc. Paris* 1802. *p.* 88.

4) Beobachtungen über die Bewegungen des körnigen Wesens in verschiedenen Wassergewächsen; in Beiträgen zur Pflanzenphysiologie. Götting. 1811. S. 73.

5) *Osservazioni microscopiche sulla Tremella e sulla circolazione del fluido in una pianta acquajola. Lucca* 1774. *Lettera sulla circolazione del fluido scoperta in varie piante. Modena* 1775.

6) Rozier *Journal de physique.* 1776. *T.* 9. *p.* 285.

7) A. a. O. Fernere Beobachtungen über die Bewegung der grünen Materie im Pflanzenreiche; in den Vermischten Schriften. B. 2. S. 73.

8) *Brugnatelli Giornale di fisica.* 1819. *T.* 1. *p.* 199. Er will beobachtet haben, dass das Auf- und Absteigen des Safts nach Unterbindung der Internodien in jedem Theile fortdauert.

9) *Observazioni microscopiche sopra varie piante*; *in Memorie della Societa Italiana in Modena.* 1820. *T.* 18. *p.* 183. 1823. *T.* 19.

10) Die Natur der lebendigen Pflanze. B. 1. S. 345.

11) Erfahrungen über das Keimen der Charen.

12) Die Chareen und Equiseten. Nürnberg 1828. S. 17. Dr. Bischoff hatte die Gefälligkeit mir die Saftbewegung in der *Chara hispida* zu zeigen.

13) Verhandlungen der Leopold-Carolinischen Akademie der Naturforscher. 1827. B. 13. Abth. 1. S. 113.

14) Ueber die eigenthümliche Säfte-Bewegung in den Zellen der Pflanzen. Ebend. Abth. 2. S. 841.

§. 280.

In den zusammengesetzteren oder den eigentlichen Gefäss-Pflanzen, namentlich im Schöllkraut *(Chelidonium majus)*, in *Rhus typhinum*, *Angelica*, in Feigen- und Maulbeer-Bäumen u. a. hat Schulz [1] die Saft-Bewegung wahrgenommen. Zufolge seiner mikroscopischen Beobachtungen geht der aus den Wurzeln zu den Blättern geleitete rohe Nahrungssaft, der hier durch die Wechsel-Wirkung mit der Luft in den Bildungssaft umgewandelt wird, mittelst zahlreicher Anastomosen in den feinsten Netzen der Blätter, in die Ernährungs-Gefässe (§. 109) über, und wird alsdann durch die Blattstiele in die Rinde der Zweige, Aeste und des Stammes geführt. In der Rinde sollen sich die Gefässe vielfach verbinden, und in den Bast, den Splint und das Holz, sowie auch in die Wurzeln verbreiten. Diesen

Digitized by Google

Theilen führen die Gefässe die eigentliche Nahrungs-Flüssigkeit zum Behufe des Wachsthums zu. Der von den Blättern abgeleitete Saft werde aber nicht wieder in diese zurückgeführt. Eine ähnliche Saftbewegung will neuerlichst Savi [2] beobachtet haben. Auch Meyen [3] sah sie in *Musa, Zea, Canna, Maranta, Arum, Calla, Campanula, Papaver, Chelidonium, Rhus, Ficus* und anderen Gewächsen.

1) Ueber den Kreislauf des Safts im Schöllkraut und in mehreren andern Pflanzen. Berlin 1812. 8. Nachträge über die Cirkulation des Safts in den Pflanzen. Berlin 1824. Die Natur der lebendigen Pflanze. B. 1. S. 557. Im Herbste des Jahres 1827 bei der Versammlung der Naturforscher und Aerzte in München hatte Herr Schultz die Güte Herrn De Candolle und mir die Saftbewegung in den Blättern von Feigen vorzuzeigen.

2) *Nuovo Giornale dei letterati.* 1825. *Nro.* 19.

3) Ueber die Cirkulation des Lebenssaftes in den Pflanzen; in der *Linnaea.* 1827. B. 2. S. 632.

§. 281.

Hat es mit jenen Beobachtungen seine Richtigkeit, so findet in den eigentlichen Gefäss-Pflanzen zwar eine Bewegung des Safts durch das ganze Gewächs in verschiedenartigen Gefässen und in zwei entgegengesetzten Richtungen, von den Wurzeln zu den Blättern, und von diesen zu den verschiedenen Theilen des Gewächses statt. Beiderlei Arten von Gefässen sind jedoch nicht auf solche Weise verbunden, dass sich der Saft, wie das Blut in den Thieren, in kreisförmig geschlossenen Bahnen bewegt. Das Gefäss-System der Pflanzen unterscheidet sich ferner von dem der Thiere dadurch, dass in ihm keine Gefäss-Stämme und kein die Saft-Bewegung vermittelndes Organ, ein Herz, oder ein stellvertretendes Werkzeug vorkommen. In den meisten Thieren finden sich ausserdem doppelte Strömungen des Bluts, in Arterien und Venen, durch die Athmungs-Organe und den gesammten Körper, und die sich verzweigenden Arterien- und Venen-Stämme laufen in geschlossenen Kreisen zusammen, indem sie theils durch die feinen Gefässe, theils durch die Stämme verbunden sind, welcher letztere Uebergang meistens durch die Höhlen des Herzens vermittelt ist. In den Gewächsen dagegen zeigen sich nur Strömungen des Safts in sehr zahlreichen, den sogenannten

Digitized by Google

Capillar-Gefässen der Thiere ähnlichen, Gefäss-Verzweigungen, ohne Stämme, die in einander übergehen. Die den Saft von den Wurzeln durch den Stamm zu den Blättern führenden, und von hier zu den Theilen leitenden Gefässe sind in den Blättern durch Anastomosen verbunden, sie bilden aber keine zusammenfliessende und in sich abgeschlossene eigentliche kreisartige Bahnen. Demnach sind die in die Zusammensetzung eines Gewächses eingehenden Theile und Gebilde auch weniger genau durch das Gefäss-System und die Saftbewegung verkettet und zur organischen Einheit gebracht, als dies bei den Thieren der Fall ist, deren Theile durch die Verbindung der Gefäss-Stämme mit den vorzüglich die Blutbewegung unterhaltenden Herzen inniger zusammengefügt, und in ihrem Fortbestehen von den Kraft-Aeusserungen dieses Organs abhängig erscheinen. Hierin liegt wohl zum Theil die Ursache, dass der Charakter der organischen Untheilbarkeit in den Thieren mehr hervortritt als in den Gewächsen. Während in den mit einem vollständigen Blutgefäss-System und einem Herzen versehenen Thieren die von ihrem Körper getrennten Theile absterben, weil in diesen die das Leben bedingende Blutbewegung aufgehoben wird, können dagegen bei den Gewächsen einzelne losgerissene Theile fortbestehen, indem ihre die Ernährung vermittelnde Saftbewegung nicht in sich so abgeschlossen und von einem Centralorgan abhängig ist wie in jenen.

§. 282.

Der durch die Ernährungs-Gefässe aus den Blättern abgeleitete und den Theilen zugeführte Saft scheint von dem aus den Wurzeln zu den Blättern aufsteigenden rohen Saft in seinen Eigenschaften verschieden zu seyn. Er stellt den von Malpighi den Gewächsen zugeschriebenen eigenthümlichen Saft *(Succus proprius)* dar, welchen er mit dem Blute der Thiere verglich, und für die eigentliche Ernährungs-Flüssigkeit der Pflanzen hielt. Die meisten Pflanzen-Physiologen, und noch neuerlichst L. C. Treviranus [1], sahen diesen dagegen als eine in besondere Zellen oder Schläuche des Zellengewebes ergossene abgesonderte Flüssigkeit an. G. R. Treviranus [2] nannte die in Farbe und Consistenz

Digitized by Google

von den übrigen Pflanzensäften verschiedene, eigenthümliche Flüssigkeit vegetabilischen Bildungs-Saft. Schulz [3] unterschied ihn gleichfalls von den, in gewisse Räume abgesonderten, Säften, und legte ihm den Namen, Lebenssaft, bei, weil er zur Ernährung der Gewächse verwendet wird, und dadurch ihr Leben unterhält. Dieser Saft wäre also dem aus den Athmungs-Werkzeugen der Thiere zurückkehrenden, und den verschiedenen Theilen zugeführten arteriellen Blute zu vergleichen, und scheint gleich diesem, als vollständig assimilirt, zur Ernährung und zum Wachsthum der Pflanzen bestimmt zu seyn.

Die Nahrungs-Flüssigkeit oder der Bildungs-Saft unterscheidet sich von dem, meistens wasserhellen, zu den Blättern aufsteigenden, rohen Pflanzensaft durch eine verschiedene Färbung, grössere Consistenz und specifische Schwere, sowie durch das Vorkommen von Kügelchen und grössere Gerinnbarkeit. Uebrigens bietet er in den verschiedenen Familien, Gattungen und Arten von Gewächsen viele Verschiedenheiten dar. Was die Farbe anlangt, so ist er weiss oder milchig in den Asclepiadeen, Euphorbieen, Campanuleen *(Campanula, Lobelia, Phyteuma)*, Cichoreen *(Lactuca, Scorzonera, Leontodon, Cichorium* u. a.*)*, in den Gattungen *Rhus, Morus, Ficus, Papaver, Carica, Galactodendrum* u. a. Gelb in verschiedenen Abstufungen ist er in den Gattungen *Chelidonium, Oenanthe, Aloe, Ornithogalum* u. a.; roth in *Sanguinaria, Bocconia* u. a. Hinsichtlich der Mischung und der vorwaltenden Bestandtheile zeigt er sich gleichfalls sehr verschieden. Reich an Zucker ist er in dem Zuckerrohr, Mays, den Carotten, Runkelrüben u. a. Viel Pflanzenschleim enthält er in den Malven. Es findet sich eine grosse Menge Pflanzen-Eyweiss in ihm bei *Carica, Hevaea caoutchouc, Galactodendrum trichotomum, Jatzopha elastica* u. a. Im Saft der Eiche und des Sumac kommt Gerbstoff vor. Harzige, balsamische und terpentinartige Bestandtheile enthält der Saft der Zapfenbäume. In dem Bildungssafte scheinen ferner die den verschiedenen Gewächsen eigenthümlichen **narkotischen und scharfen Bestandtheile, so wie die Pflanzen-Alkalien oder vegetabilischen Salzbasen vorzukommen.**

Der Nahrungs-Saft unterscheidet sich besonders von dem rohen Pflanzensaft durch das Vorkommen von organi-

Digitized by Google

schen Bestandtheilen oder Kügelchen. Fontana [4] sah sie mit Hülfe des Mikroscops im milchigen Saft des *Rhus toxicodendron*, und verglich sie mit den Blutkügelchen. Rafn [5] nahm Kügelchen im Safte der Euphorbien, der *Musa*, des *Chelidonium majus*, der *Potentilla anserina* u. a. wahr. G. R. Treviranus erkannte die Kügelchen im Safte von *Rhus cotinus* und *Vinca major*. Schulz sah sie im Safte des Schöllkrauts und anderer Pflanzen. L. C. Treviranus beobachtete die körnige Beschaffenheit des Safts von *Chelidonium*, *Leontodon*, *Bocconia frutescens*, *Lobelia longiflora*, *Rhus typhinum* u. a. Wahrscheinlich bestehen diese Kügelchen aus Körnern von Satzmehl [6].

1) Ueber den eigenen Saft der Gewächse, seine Behälter, seine Bewegung und Bestimmung; in Tiedemann und Treviranus Zeitschrift für Physiologie. B. 1. S. 147.

2) Vermischte Schriften. B. 1. S. 156.

3) Die Natur der lebendigen Pflanze. B. 1. S. 530.

4) Ueber das Viperngift. S. 56.

5) Pflanzen-Physiologie. S. 87. Danmarks Flora. 1796.

6) Raspail *Mém. sur le développement et l'analyse microscopique de la fécule*; *in den Annal. des sc. naturelles. T. 6. p.* 388.

§. 283.

Sind die Pflanzen-Physiologen verschiedener Meinung über die Saft-Bewegung und die Räume in der sie statt habe, so sind sie es noch mehr hinsichtlich der Ursachen und Kräfte, durch welche sie zu Stande gebracht wird. Ohnerachtet der von ausgezeichneten Männern angestellten Beobachtungen und Versuchen sind sie noch keineswegs erforscht. Mancherlei Muthmassungen wurden über diesen Gegenstand aufgestellt. Einige Botaniker lassen den Saft durch die von den Saftgefässen ausgeübte Capillar-Anziehung bewegen; andere schreiben den Gefässen ein lebendes Contractions-Vermögen oder selbst Irritabilität zu, welches sie zu abwechselnden Contractionen und Expansionen befähige; und noch andere suchen die Ursache der Saft-Bewegung in der Beschaffenheit des Saftes selbst und in seiner Eigenschaft sich unter dem Einflusse äusserer Einwirkungen durch eigene Kraft zu bewegen. Wir wollen diese Meinungen einer kurzen Prüfung unterwerfen.

Digitized by Google

§. 284.

Die meisten älteren Pflanzen-Physiologen, Grew, Mariotte, de la Hire, Tournefort u. a., welche die Aufnahme der Flüssigkeiten durch Capillar-Anziehung der Wurzeln geschehen lassen, halten eine den Saftgefässen zukommende Capillarität zugleich für die den Saft bewegende Kraft. Obgleich nicht in Abrede gestellt werden kann, dass die Saftgefässe wegen ihres den Haarröhrchen ähnlichen Baues geeignet zu seyn scheinen, den Saft bis zu einer gewissen Höhe zu bewegen, indem selbst abgestorbene Pflanzentheile eine Anziehung auf Flüssigkeiten ausüben, sie in sich aufnehmen und fortleiten; so lässt sich dennoch das Aufsteigen und Bewegen des Safts durch Capillar-Anziehung nicht genügend erklären. Van Marum [1] that durch Berechnungen dar, der Saft könne mittelst blosser Capillarität nur bis zu einer Höhe von acht Zoll bewegt werden. Ferner haben Hales [2], Walker's [3] u. a. Versuche erwiesen, dass die Bewegung des Safts zur Zeit des Frühlings mit einer zu bedeutenden Schnelligkeit und Kraft geschieht, als dass sie für eine blosse Wirkung der Capillar-Anziehung gehalten werden könne, wie Kight richtig bemerkt hat. Ausserdem lässt sich der Einfluss des Lichts, der Wärme und anderer äusseren, die Saftbewegung beschleunigenden Reize nicht wohl mit der Capillarität zusammenreimen. Und endlich dürfte, nach der von La Place gegebenen Theorie der Capillarität, der in den Gewächsen aufsteigende Saft nicht aus den verletzten Saftröhren ausfliessen, was doch der Fall ist. Diese Gründe nöthigen uns, die Saft-Bewegung, als durch die Capillar-Anziehung bewirkt, zu verwerfen.

1) *De motu fluidorum in plantis experimentis et observationibus indagato. Groeningae* 1773. 4.

2) *Vegetab. Statik. V.* 1. *p.* 105. Hales fand, dass die Kraft des aufsteigenden Safts in einem während des Frühlings abgeschnittenen Weinstock einer Quecksilber-Säule von 33 Zoll Höhe das Gleichgewicht hielt.

3) *Transact. of the Edinburgh. Society T.* 1. *p.* 7. Die Bewegung des Safts in jungen Pflanzen erfolgt weit schneller als in alten.

Digitized by Google

§. 285.

Neuere Physiologen, Saussure [1], Brugmans und Coulon [2], de Candolle [3], Corradori [4] u. a. suchen die Ursache der Saft-Bewegung in einem den Wandungen der Gefässe zukommenden lebenden Contractions-Vermögen, der Irritabilität der Muskeln ähnlich, wo nicht mit derselben identisch. Der durch die Wurzeln eingesaugte Saft soll die Gefässe zur Contraction reizen, wodurch er fortbewegt werde. Als Gründe für das Vorkommen der Irritabilität in den Saftgefässen führen Brugmans und Coulon Versuche über die Wirkung adstringirender Substanzen auf verletzte Gewächse an. Das Ausfliessen des Safts soll durch die Anwendung von Eisen-Vitriol- und Alaun-Auflösungen auf verwundete Pflanzen-Theile, z. B. Euphorbien, aufgehoben worden seyn, was für eine in diesen eintretende Zusammenziehung spreche. Eine solche durch adstringirende Substanzen hervorgebrachte Wirkung nahmen jedoch van Marum [5], Link [6] und L. C. Treviranus [7] bei ähnlichen Versuchen nicht wahr. Corradori will an dem gemeinen Lattich *(Lactuca sativa)* zur Zeit, wo er in der Blüthe steht, einen hohen Grad von Reizbarkeit bemerkt haben. Berührte er die an den Stengeln zerstreut herablaufenden kleinen Blätter oder die Kelche nur leise mit den Fingern, so sah er an den berührten Puncten, in Folge der Reizung, einen milchigen Saft hervorquellen. Auch L. C. Treviranus, der eine ähnliche Erscheinung an dem Kelche von *Lactuca*, *Sonchus* u. a. beobachtete, schreibt den Behältern des Milchsaftes Reizbarkeit zu, die in jüngeren Theilen bemerkbarer als in älteren, in der Wärme mehr als in der Kälte, durch Berührung, partielle Zerreissung und ähnliche Reize in Thätigkeit gesetzt werde.

Allerdings ist es sehr wahrscheinlich, dass die Wandungen der Räume, in denen der Saft enthalten ist, wie in den Thieren, einen Antheil an der Saft-Bewegung haben; wiewohl eine vitale Zusammenziehung der Saftgefässe, gleich an lebenden Muskeln, niemals, auch selbst mit Hülfe des Mikroscops nicht wahrgenommen ist. Die Anordnung und Beschaffenheit der in dem Holze und in der Rinde befindlichen Gefässe scheinen ferner keine solche Ausdehnung

Digitized by Google

und Zusammenziehung wie an lebenden Muskeln zu gestatten. Sind die Gefässe der Pflanzen wirklich mit einem lebenden Contractions-Vermögen begabt, so ist dieses wahrscheinlich nur der organischen Contractilität oder dem Tonus ähnlich, welcher sich in dem Zellstoff, den Wandungen der Arterien, Venen und Saugadern, so wie in den verschiedenen Häuten der Thiere, unter gewissen Verhältnissen, durch schwache Zusammenziehung äussert, ohne jedoch mit der Muskel-Reizbarkeit identisch zu seyn. Für ein den Pflanzen-Gefässen zukommendes lebendes Contractions-Vermögen lässt sich, nach VAN MARUM's treffender Bemerkung, das reichliche Ausfliessen des milchigen Safts nach oben aus einem querdurchschnittenen und senkrecht gehaltenen Stengel einer Euphorbie, oder des Blatts eines Feigen- oder Maulbeer-Baums anführen. Behielten die Gefässe ihren Durchmesser unverändert, so ist nicht einzusehen, warum der Saft hervorquillt. Dieses Ausfliessen hat Aehnlichkeit mit dem Hervortreten der Lymphe einer angestochenen Saugader, oder des Bluts aus einer verletzten Vene, an der die gemachte Oeffnung sich nach oben befindet, und die Flüssigkeiten gegen ihre Schwere ausfliessen.

1) *Encyclopedie méthodique, Physiologie végétale. p.* 267.

2) *Diss. praes.* BRUGMANNS, *de mutato humorum in regno organico indole a vi vitali vasorum derivando. Lugd. Bat.* 1789. *p.* 12.

3) *Mém. de l'Inst. nation.* 1807. *T.* 8. *p.* 68.

4) *Mem. di Matematica è Fisica della Societa Italiana. T.* 12. *P.* 2. *p.* 30.

5) *Journal de physique. T.* 51. *p.* 217. Einige Erfahrungen und Betrachtungen über die Thätigkeit der Pflanzengefässe, durch die das Steigen und die Bewegung ihres Safts bewirkt wird; in GREN's Journal der Physik. 1792. B. 6. S. 360.

6) Grundlehren. S. 271.

7) A. a. O. S. 174.

§. 286.

Diejenigen Physiologen, welche die Ursache der Saftbewegung in dem Safte selbst suchen, nehmen entweder den Einfluss äusserer Einwirkungen auf denselben an, wodurch er zum Aufsteigen aus den Wurzeln genöthigt werde; oder sie schreiben ihm ein eigenthümliches Bewegungs-Vermögen zu. Jene, zu denen MALPIGHI, zum Theil auch GREW, DE LA

Digitized by Google

Hire, Linné, Hales, Bonnet, Petit-Thouars u. a. gehören, meinen, der mittelst Capillar-Anziehung eingesaugte Saft werde durch die äussere, auf die Pflanzen wirkende Wärme ausgedehnt oder selbst in eine dunstartige Flüssigkeit verwandelt, und steige in Folge der Ausdehnung zu den Blättern auf. Mustel [1] lässt die Gefässe durch die Wärme ausdehnen und den Saft in den dadurch entstandenen Raum einströmen. Gesetzt es verhielte sich mit der aufsteigenden Bewegung des Safts von den Wurzeln zu den Blättern wirklich auf diese Weise, was jedoch nicht erwiesen ist; so lässt sich dadurch die von den Blättern durch die Ernährungsgefässe erfolgende absteigende Saft-Bewegung und die Vertheilung des Safts im Körper der Gewächse zum Behufe der Ernährung keineswegs erklären.

1) *Traité de la Végétation. T. 2. p. 264.*

§. 287.

Einige Physiologen schreiben dem Safte selbst, und zwar seinen Kügelchen, ein eigenthümliches Bewegungs-Vermögen zu, und halten die Saft-Bewegung für eine Lebens-Aeusserung desselben. Kielmeyer [1] hat zuerst eine solche im Pflanzen-Safte, wie im Blute, vorkommende Kraft vermuthet. G. R. Treviranus [2] nahm an dem Safte einiger Gewächse Bewegungen wahr. Da er den oben ausfliessenden milchigen Saft von *Rhus cotinus* und *Vinca major* durch das Mikroscop betrachtete, sah er die in denselben vorhandenen Kügelchen in langsamen Bewegungen begriffen. Auch Schultz [3] will mit Hülfe des Mikroscops beobachtet haben, dass der aus den Gefässen einer lebenden Pflanze sich ergiessende Bildungs-Saft aus Theilchen bestehe, die in Bewegungen begriffen seyen, welche oft eine Minute lang nach dem Ausfliessen fortdauerten. In dieser Erscheinung zeigte sich also eine grosse Aehnlichkeit mit den Bewegungen der Kügelchen des eben aus der Ader geflossenen Bluts eines lebenden Thiers. Schrank [4] und L. C. Treviranus [5] wollen jedoch keine eigenmächtigen Bewegungen in Pflanzen-Säften bemerkt haben. Da man aber mit Hülfe des Mikroscops die Kügelchen des Pflanzen-Safts sowohl in den Gliedern der Charen, Caulinien und Nitellen, als in den Zellen der Vallinerien, also hier ausserhalb der Gefässe,

sich bewegen sieht, so scheint dies Phänomen allerdings für eine den Kügelchen zukommende eigenmächtige Bewegung zu sprechen. Auch in den Blattstielen strömen die Kügelchen in verschiedenen Richtungen durch die anastomosirenden Gefässe, ohne dass es bis jetzt einem Beobachter geglückt ist, Contractionen an den Gefässen wahrzunehmen.

1) Ueber das Verhältniss der organischen Kräfte unter einander in der Reihe der verschiedenen Organisationen. Tübingen 1814. S. 12.

2) Vermischte Schriften. B. 1. S. 157.

3) Der Lebensprocess im Blute. Berlin 1822. Die Natur der lebendigen Pflanze. B. 1. S. 534.

4) Ueber die Kügelchen im Blute und in den Pflanzen-Säften; in den Landshut'schen Nebenstunden zur Erweiterung der Naturgeschichte. Landshut 1802. H. 1. S. 75. Er sah die in dem Safte von *Chelidonium majus*, *glaucium*, *Trogopogon picroides* und *Rhus typhinum* vorkommenden Körper sich nicht bewegen.

5) Zeitschrift für Physiologie. B. 2. S. 147. Er nahm keine Bewegungen an dem Milchsaft von *Leontodon taraxacum*, *Rhus typhinum*, *Chelidonium majus*, *Lobelia longiflora*, *Euphorbia cespitosa* u. a. wahr.

§. 288.

Auf die Bewegung des Safts in den Gewächsen, es mag dieselbe in einem eigenen Bewegungs-Vermögen des Safts selbst begründet, oder von der lebenden Zusammenziehung der mit einem, dem Tonus oder der Muskel-Reizbarkeit ähnlichen oder gleichen lebenden Contractions-Vermögen, begabten Gefäss-Wandungen abhängig seyn, oder sie mag vielleicht durch beide bedingt werden, haben unverkennbar äussere Einwirkungen, Wärme, Licht, Elektricität und andere Reize einen grossen Einfluss. Duhamel [1] sah den Saft aus angebohrten Bäumen am reichlichsten bei warmer Witterung, weniger bei kühler Luft, und gar nicht in der Kälte, ausströmen. Die Saftbewegung erfolgte schon langsamer, so wie der Himmel mit Wolken bedeckt war. Gleichen Einfluss der Temperatur-Verhältnisse nahmen Bonnet und Walker wahr. Hales erwies durch seine Versuche, dass die Schnelligkeit des Aufsteigens des Safts in genauem Verhältniss mit der Verdunstung steht, und dass Wärme, welche die Ausdünstung befördert, auch das Aufsteigen des Safts beschleunigt. Ferner haben die Versuche

Digitized by Google

van Marum's [2], Willdenow's [3], Barton's [4], Humboldt's, Coulon's, Schnurrer's [5], G. R. Treviranus [6] u. a. über die Wirkung verschiedener Reize auf die Gewächse dargethan, dass mässige äussere Reize die Saftbewegung beschleunigen, während zu starke sie erschöpfen.

1) *Physique des arbres. T.* 1. *p.* 71.

2) *Journal de physique. T.* 41. *p.* 218.

3) Grundriss der Kräuterkunde. Ausg. 2. S. 327.

4) Pfaff's und Scheele's Nordisches Archiv für Naturkunde und Arzneiwissenschaft. B. 1. S. 274.

5) *Observata dę materiarum quarundam oxydatarum in germinationem efficientia. Tuebing.* 1805.

6) Biologie. B. 5. S. 230.

§. 289.

Die Schnelligkeit und selbst die Richtung des Strömens des Safts scheinen vorzüglich von den Vorgängen des Bildens und Wachsens der Pflanzen, und den sie bedingenden äusseren Einflüssen abhängig zu seyn, wobei die sich bildenden und wachsenden Theile eine lebende Anziehung auf den Saft ausüben. Während des Frühlings, bei der Zunahme äusserer Temperatur und bei stärkerer und längerer Einwirkung des Sonnenlichts, wenn die Entwickelung und Entfaltung der Blatt- und Blüthen-Knospen erfolgt, ist die Saftbewegung am schnellsten und sie ist mehr gegen die Peripherie gerichtet. Hierauf findet in den Bäumen und Sträuchern ein Strömen des Safts zu dem Stamm und den Wurzeln statt, neue Holz- und Rinden-Lagen, so wie neue Wurzelfasern bilden sich. Im Monat August erfolgt bei unsern hieländischen Bäumen und Sträuchern ein zweites abermaliges, wie wohl nicht so lebhaftes Aufsteigen des Safts, sobald die Bildung der neuen Knospen für die Blätter und Blüthen des folgenden Jahrs beginnt, welches nach Th. de Saussure's und de Candolle's [1] Beobachtungen durch äussere Wärme oder Kälte, durch Nässe und Trockenheit weder merklich beschleunigt, noch langsamer gemacht wird, und woraus letzterer folgert, dass sie den Saft zur Bildung selbstthätig anziehen. Während des Winters scheint die Saftbewegung in den perennirenden Gewächsen mit Aufhebung der Bildungs-Erscheinungen ganz unterbrochen zu seyn, und zwar unbeschadet ihres Fortbestehens.

Digitized by Google

Für die Abhängigkeit der Saftbewegung von den Vorgängen des Bildens und Entwickelns von Pflanzentheilen spricht ferner die bekannte Erscheinung, dass eine Rebe, welche in ein erwärmtes Zimmer geleitet ist, selbst im Winter Blätter treibt und blüht, während sich die Knospen des übrigen der Kälte ausgesetzten Stocks nicht entwickeln. Hierbei muss der zur Entwickelung und zum Wachsthum nothwendige Saft von den, der Wärme ausgesetzten, und in erhöhter Thätigkeit begriffenen Knospen angezogen werden. Dass die Richtung, in der sich der Saft bewegt, von dem Einflusse des Lichts und der Wärme auf Pflanzentheile abhängig ist, in wie fern es sie zum Bilden bestimmt, ergibt sich auch aus den bekannten Versuchen des Umdrehens der Bäume [2]. Wenn man einen jungen Baum mit der Krone in die Erde bringt und die Wurzeln der Luft, der Wärme und dem Lichte aussetzt, so bilden sich Wurzeln aus den Zweigen und Aesten, während die vormaligen Wurzeln Blätter und Blüthen treiben. Hier erfolgt denn also die Saftbewegung in entgegengesetzten und umgekehrten Richtungen, entsprechend den äusseren die Bildung und Entwickelung von Pflanzentheilen bestimmenden Einflüssen. Endlich ist bekannt, dass der Saft auch reichlich zu Pflanzentheilen strömt, die durch krankhafte Reize zu einem abnormen Bilden bestimmt werden. So sehen wir Galläpfel, Rosenäpfel und andere Auswüchse entstehen, wenn die Cynips-Arten ihre Eyer in das Parenchym der Blätter von Eichen, Rosen, Buchen, Weiden u. a. bringen, und hier in sehr kurzer Zeit krankhafte Auswüchse sich bilden. Aus allem dem folgt, dass in den Pflanzen kein eigentlicher Saft-Umlauf in kreisförmiger Bahn, wie in den Thieren, vorkommt, und dass die Bewegung des Safts nicht so regelmässig geschieht als in diesen. Der Bildungs-Saft strömt vorzüglich aus den zahlreichen im ganzen Körper sich verbreitenden und im Zusammenhang stehenden Nahrungs-Gefässen zu solchen Theilen, welche unter dem Einflusse äusserer Potenzen, des Lichts und der Wärme in erhöhte Thätigkeit, in ein gesteigertes Bilden, versetzt sind.

1) *Rapport sur un mémoire de M.* DE CANDOLLE, *intitulé: Tableau de la nutrition des végétaux par* CHAPTAL, LABILLARDIÈRE *et* CUVIER; *in Mém. de l'Inst. T.* 8. *p.* 68. *L'auteur remarque que l'ascension*

Digitized by Google

de la seve s'effectue au moment où les boutons de l'année suivante commencent à pondre, comme celle de la seve du printemps au moment où les boutures de l'année tendent à se développer; et qu'il semble que ces boutons animés d'une force vitale, qui leur est propre, attirent alors à eux toute seve environnante.

2) Wie die von Leeuwenhoek *(Arcan. nat. Vol. 2. p. 265)*, Beal und Tongue *(Philos. Transact. Nro. 43. p. 853)*, Perrault *(Oeuvres de Phys. T. 1. p. 85)*, Magnol *(Mém. de Paris 1709. p. 36)*, Hales (Statik. der Gewächse. S. 78), Duhamel *(Physique des arbres. T. 2. p. 310)* u. a. angestellten Versuche beweisen. Knight *(Philos. Transact. 1804. P. 1. p. 188)* beobachtete indess, dass das Wachsthum umgekehrter Bäume weit langsamer erfolgt, als solcher, welche ihre natürliche Stellung behalten haben. Jährige Gewächse lassen sich zufolge Link's Versuchen (Zusatz zu Willdenow's Kräuterkunde B. 1. S. 388) nicht umkehren ohne abzusterben.

Saftbewegung als Eigenschaft der lebenden Körper.

§. 290.

Bewegung des aus den verähnlichten Nahrungsmitteln bereiteten Safts, wodurch derselbe den verschiedenen Theilen und Gebilden der lebenden Körper zum Behufe ihres Bildens, Wachsens und Ernährens zugeführt wird, ist also eine allen organischen Körpern zukommende Eigenschaft, von der das Bestehen und die Erhaltung dieser Körper abhängig ist. In keinem unorganischen Körper finden sich Räume, die mit in Bewegungen begriffenen Flüssigkeiten gefüllt sind. Jene Bewegung lässt sich nicht aus mechanischen Principien erklären und kann nur als eine Lebens-Aeusserung angesehen werden. Die Kräfte, welche die Bewegung des Nahrungssafts zu Stande bringen, sind organische Kräfte. Sie äussern sich theils in dem Nahrungssafte selbst, theils in den Wandungen der jenen Saft einschliessenden Räume. Die in der Nahrungs-Flüssigkeit selbst liegende Kraft, sich zu bewegen, scheint den organischen Formbestandtheilen, den Kügelchen des Pflanzen-Safts und Bluts zuzukommen. Sie sind in Bewegungen begriffen, deren Richtung wahrscheinlich durch die Vorgänge des Bildungs- und Ernährungs-Processes der festen Theile und die durch dieselbe ausgeübte Anziehung bestimmt wird. Die Eigenschaft sich zu bewegen behalten jene Kügelchen je-

Digitized by Google

doch nur so lange, als sie mit dem lebenden Körper verbunden sind. Wir wollen diese in der Art ihres Wirkens räthselhafte Kraft, an deren Daseyn wohl nicht länger gezweifelt werden kann, und die schon C. F. Wolff annahm, mit Kielmeyer [1] Propulsions-Kraft nennen. Die Kraft, welche sich in den Wandungen der die Säfte einschliessenden Räume, in den Gefässen der Thiere und wahrscheinlich auch der Gewächse durch Zusammenziehung und Verengung der Räume, wenn auch nur in geringem Grade, äussert, bezeichnen wir durch den Namen der organischen Contractilität oder des Tonus. In der grössten Anzahl von Thieren findet sich noch ein muskulöses, mit den Gefäss-Stämmen verbundenes Organ, das Herz, welches so lange, als das Leben besteht, mit der Eigenschaft begabt ist, sich in Folge der durch das Blut bewirkten Reizung zusammen zu ziehen, und das bei seiner Ausdehnung aus den Venen empfangene Blut in die Pulsadern auszutreiben. Die in der Muskel-Substanz des Herzens sich äussernde Kraft nennt man Muskelkraft oder Irritabilität. Sie ist es, welche in den Thieren das Haupt-Agens für die Blutbewegung abgibt, ohne welche in den, eine zusammengesetzte Organisation zeigenden, Thieren kein Blut-Umlauf statt findet; denn die Propulsions-Kraft der Blutkügelchen und der Tonus der Gefäss-Wandungen sind für sich nicht im Stande, den Saft-Umlauf zu unterhalten. In den Embryonen jedoch, bei dem ersten Erscheinen des Bluts, muss seine Bewegung zunächst der Propulsions-Kraft den Kügelchen zugeschrieben werden. In den Thieren ohne Herz wird der Säfte-Umlauf durch das eigenthümliche Bewegungs-Vermögen der Blutkörner und das lebende Contractions-Vermögen der Gefäss-Wandungen bewirkt.

1) A. a. O. S. 12. sagt Kielmeyer hierüber: Ich bediene mich dieses Wortes ohne besondere Auswahl, weil es sich mir zuerst darbot, ein anderes wäre vielleicht schicklicher. Uebrigens drückt es das Phänomen, das hier bezeichnet werden soll, und das in einem Fortstossen der Flüssigkeiten besteht, ohne dass die stossende Ursache zureichend bekannt wäre, und die daher einstweilen mit dem Worte Kraft belegt wird, bis eine Reduction des Phänomens geschehen ist, aus.

Digitized by Google

Siebentes Kapitel.

Von der Ernährung.

§. 291.

Die unorganischen Körper erhalten sich, wie früher gezeigt wurde, nur so lange in bestimmten Form- und Aggregations-Verhältnissen, als Ruhe und Ausgleichung in ihren Bestandtheilen statt findet, und keine neue Affinitäten durch äussere Einwirkungen hervorgerufen werden. Das Daseyn der lebenden Körper dagegen ist mit fortdauernden, mehr oder weniger schnell erfolgenden Veränderungen der Form und Mischung ihrer Theile verbunden, die sowohl in der Wirkung äusserer Reize auf sie, wodurch neue Affinitäts-Verhältnisse hervorgebracht werden, als in ihrem Entwickelungsgange, oder in der Aufforderung zu Veränderungen durch innere Thätigkeit, begründet sind. Alle lebende Körper stossen Materien in dunst- oder tropfbar flüssiger Form aus, und nehmen dagegen Materien aus der Aussenwelt auf. Die in besondere Räume aufgenommenen Materien werden durch die geschilderten Vorgänge des Assimilirens und Athmens in die Ernährungs- oder Bildungs-Flüssigkeit umgewandelt, und diese wird bei der Saftbewegung den verschiedenen Gebilden und Theilen der organischen Körper zugeführt. Die festen Theile nehmen Bestandtheile des Nahrungssafts auf, verbinden sie mit sich, bringen sie in ihre Mischung und organisches Gefüge, und ertheilen denselben ihre vitalen Eigenschaften. Die in den lebenden Körpern sich äussernde Thätigkeit, durch die sie sich für eine Zeit lang in ihren Eigenthümlichkeiten erhalten und den auf Zerstörung hinwirkenden äusseren Einflüssen widerstreben, nennt man Ernährung. Ihre Wirkungen lassen sich leicht nachweisen, wiewohl die inneren

Digitized by Google

Vorgänge der Ernährung noch in tiefes Dunkel gehüllt sind, Führen wir zunächst die Erscheinungen des Ernährens bei Gewächsen und Thieren auf, und wenden wir uns alsdann zu der Schilderung der sie hervorbringenden und bedingenden Kraft.

I. *Ernährung der Pflanzen.*

§. 292.

Die Ernährung der Gewächse äussert sich durch Vergrösserung, so wie durch Bildung und Entwickelung von Theilen an dem aus dem Keime hervorwachsenden Pflänzchen. Die Thätigkeit jeder Pflanze ist von dem Zeitraume ihres ersten Erscheinens dahin gerichtet, sich zu vergrössern, neue Theile zu bilden, und sich auf eine der Art, zu der sie gehört, adäquate Weise zu entwickeln. Die Vergrösserung erfolgt in die Länge und in die Dicke. Das Wachsthum in die Länge geschieht nach zwei entgegengesetzten Richtungen, indem das Würzelchen der keimenden Pflanze, den Einfluss des Lichts fliehend, sich als Wurzel in die Erde oder das Wasser senkt, während das Federchen *(Plumula)*, dem Lichte entgegen wachsend, als Stengel sich erhebt. Der in senkrechter Richtung aufstrebende Stengel der Gefäss-Pflanzen treibt neue Gebilde in sich verlängernden Absätzen, die sich entweder, wie bei den einjährigen Pflanzen, in kurzen Zeiträumen auf einander bilden, oder, wie bei den mehrjährigen Gewächsen, den Bäumen und Sträuchern, in einer Reihe von Jahren entstehen. Die Entwickelung und das Wachsthum der einjährigen Pflanzen ist mit dem einmaligen Bilden der Blätter, Blüthen, Früchte und Saamen beendigt. Die Bäume und Sträucher dagegen bringen alljährig von Neuem solche Gebilde hervor. Die in die Erde oder das Wasser sich senkende Wurzel nimmt ebenfalls an Länge zu. Das Wachsthum erfolgt stets an ihren äussersten Enden, an die sich neue Masse ansetzt, wodurch die in die Erde tiefer eindringenden Wurzelfasern verlängert werden, wie Du Hamel [1], Meyer [2], Knight, De Candolle [3] u. a. durch Versuche bewiesen haben.

1) *Physique des arbres. T.* 1. *p.* 84. *T.* 2. *p.* 108.
2) Naturgetreue Darstellung des Wachsthums der Pflanzen. S. 249.

Digitized by Google

3) *Mém. sur les lenticelles des arbres; in Ann. de la soc. natur.* 1826. *p.* 1.

§. 293.

Das Wachsthum in die Dicke geschieht bei den Bäumen und Sträuchern, an denen es am genauesten beobachtet worden ist, aus einer Flüssigkeit, die aus dem absteigenden Nahrungs- oder Bildungs-Saft zwischen dem Rinden und Holz-Körper abgesetzt wird. Der Erguss dieser gerinnbaren und der Organisation fähigen Flüssigkeit, welche Grew und Du Hamel *Cambium* genannt haben, erfolgt vorzüglich im Spätsommer und Herbst. Nach Mirbel's [1] Untersuchungen zeigen sich zunächst Kügelchen und Fasern in ihr, welche das Ansehen eines jungen Gewebes annehmen. Aus dem *Cambium* bilden sich, wie Senebier [2], Mirbel [3], Mustel [4], L. C. Treviranus [5], Rudolphi [6], Cotta [7], Dutrochet [8], De Candolle [9] u. a. dargethan haben, neue aus Zellgeweben und Gefässen bestehende Lagen, die sich theils an die äussere Fläche des Holzkörpers als Splint, theils an die innere Fläche der Rinde als Bast anlegen, wodurch die Jahresringe und die neuen Rindenschichten entstehen. Aus der zwischen Rinde und Holz abgesetzten Bildungs-Flüssigkeit scheinen sich auch die neuen Blätter- und Blüthen-Knospen zu bilden. In dem Stamm der baumartigen Monocotyledonen, namentlich der Palmen, findet der Ansatz einer neuen, weichen, dem Splinte ähnlichen Substanz in der Achse des Stammes statt. Sie wachsen in Absätzen von innen heraus, und aus dem Gipfel treten die Triebe zu neuen Blättern und Blüthen hervor.

1) *Mém. sur l'origine, le développement et l'organisation du Liber et du Bois; in Mém. du Mus. d'hist. natur. Ann.* 8. *p.* 190.

2) A. a. O, p. 161.

3) *Observations anat. et physiol. sur la croissance et le développement des Végétaux; in Mém. de l'Instit. T.* 9. *p.* 303.

4) *Traité végét. T.* 1. *p.* 49.

5) Vom inwendigen Bau der Gewächse. S. 143. Beiträge. S. 60.

6) A. a. O. S. 228.

7) Naturbeobachtungen. S. 68.

8) *Recherches sur l'accroissement et la reproduction des végétaux; in Mém. du Mus. d'hist. natur. Ann.* 4. *T.* 7. *p.* 379.

9) *Organographie végétale. T.* 1. *p.* 201.

Digitized by Google

§. 294.

Aus diesen, mit wenigen Worten angedeuteten, Erscheinungen sind wir auf die in den Gewächsen vorgehende Ernährung zu schliessen berechtigt, durch die sich nicht nur jedes Gewächs der Masse nach vergrössert, und die bei seinem Entwickelungsgange entstehenden Theile hervorbringt, sondern sich auch für eine Zeit lang in seinen Eigenschaften der Mischung, Organisation und Vitalität erhält. Die Flüssigkeit, woraus die sich nährenden, entwickelnden und wachsenden Gewebe und Gebilde der Pflanzen Materien anziehen, und in ihre Masse und organisches Gefüge bringen, ist der eigentliche, jeder Gewächsart eigenthümliche Nahrungs-Saft, welchen die Ernährungs-Gefässe den sich bildenden und nährenden Theilen zuführen. Er wird als roher Nahrungssaft aus der Aussenwelt mittelst Einsaugung aufgenommen. Die in ihm vorkommenden Materien werden in organische Verbindungen der einfacheren oder niederen Art gebracht, und diese werden durch die Vorgänge des Assimilirens und Athmens, unter dem Einflusse der Wärme, der Luft und des Lichts, in organischen Verbindungen der zusammengesetzteren und höheren Art umgewandelt. Im Bildungssafte finden sich alle Materien, die zur Ernährung, Bildung und zum Wachsthum der verschiedenen Theile der Gewächse nothwendig sind, zwar noch nicht organisirt, aber doch der Organisation unter Mitwirkung der bei der Ernährung statt findenden Thätigkeits-Aeusserungen fähig. Die in der Bildung und im Wachsthum begriffenen Theile eignen sich die aus den Nahrungsmitteln durch die Assimilation gewonnenen Produkte, zuckerartige Materie, Gummi, Stärkemehl, vegetabilisches Eyweiss, Kleber u. s. w. an, verwandeln sie durch ihre Thätigkeit in ihre Mischung und bringen sie in ihre Gewebe und organisches Gefüge.

§. 295.

Ueber die in den Pflanzen-Gebilden bei der Ernährung vorgehenden materiellen Veränderungen hat uns die Chemie bis jetzt keine genügende Aufschlüsse gegeben, eben weil sie als Wirkungen des Lebens ausser dem unmittelbaren

Digitized by Google

Bereiche der Chemie liegen. So viel dürfen wir wohl annehmen, dass die bei der Ernährung der Gewächse vorgehenden Mischungs-Veränderungen durch vitale Thätigkeits-Aeusserungen bedingt werden, und nicht als blosse Wirkungen der chemischen Affinitäten anzusehen sind, wie sie in unorganischen Materien vorkommen. Für diese Annahme spricht die Erfahrung, dass Gewächse verschiedener Art, in völlig gleichem Boden wachsend, verschiedenartige Produkte liefern, und dass gleiche Gewächse, in verschiedenem Boden gepflanzt, gleiche Produkte geben. Die Gewächsarten behaupten also bei gleichem und verschiedenem Boden ihren eigenen Charakter der Mischung. Obgleich es eine Eigenthümlichkeit der Gewächse ist, im Allgemeinen in ihrer Mischung nicht von der Beschaffenheit der aufgenommenen Nahrungsmittel abhängig zu seyn, so ist doch nicht zu läugnen, dass die Mischung des Bodens und des Wassers, wovon sie sich nähren, einigen Einfluss auf die in ihnen vorkommenden Bestandtheile habe. Das Daseyn des Kochsalzes und Natrums in Pflanzen, die am Meeresstrande und auf Salzboden wachsen, ist unläugbar, eben so der Uebergang des Kupfers. Th. de Saussure's [1] Versuche haben ferner den Einfluss des Bodens auf die Pflanzen dargethan, indem Gewächse, je nachdem sie auf Granit oder auf Kalkerde gewachsen sind, einige Verschiedenheiten in ihrer chemischen Zusammensetzung und ihren Eigenschaften zeigen.

Für die Abhängigkeit der Mischung der Gewächse von ihren vitalen Kräften sprechen ferner De Candolle's [2] schätzbare Untersuchungen über die Arzneikräfte der Pflanzen in Vergleichung mit ihren äusseren Formen und der natürlichen Classifikation. Im Ganzen haben gleiche Theile oder dieselben Säfte der Gewächse einer Gattung *(Genus)* gleiche Wirkungen, und dieselben Theile oder gleiche Säfte der Gewächse einer natürlichen Familie sind sich in ihren Wirkungen ähnlich. Da also eine grosse Uebereinstimmung der Organisation mit der Mischung und den arzneilichen Wirkungen der Gewächse nicht zu verkennen ist; so werden wir zu der Annahme genöthigt, dass es eine und dieselbe Kraft seyn muss, welche die Organisation hervorbringt und die Mischung bestimmt.

Digitized by Google

1) *Recherches chimiques sur la végétation.*

2) *Essai sur les propriétés médicales des plantes comparées avec leurs formes interieures, et leur classification naturelle. Paris An* 12. Ins Deutsche übersetzt von Perleb. Aarau 1818. 8.

§. 296.

Jede Gewächsart scheint die von aussen durch Einsaugung aufgenommenen rohen Nahrungs-Materien, es mögen dieselben aus dem Stoff der im Zerfallen und in Auflösung begriffenen organischen Körper, oder selbst aus unorganischen Materien bestehen, durch eigene Thätigkeit in organische Verbindungen der einfacheren Art zu bringen. Durch die weiteren Vorgänge des Assimilirens und Athmens werden die in der Zusammensetzung ihrer Grundstoffe höchst veränderlichen und wandelbaren organischen Verbindungen der einfacheren oder niederen Art in Verbindungen der zusammengesetzteren oder höheren Art gebracht. Diese in dem Nahrungs- oder Bildungs-Saft vorkommenden Materien endlich werden durch die vitalen Vorgänge des Ernährungs-Processes jeder Gewächsart in das materielle Substrat der sich bildenden festen Theile gebracht. Wenn wir also nicht in Abrede stellen wollen, dass den lebenden Pflanzen das Vermögen zukommt, durch vitale Thätigkeit organische Verbindungen der niederen Art hervorzubringen, so können wir jedoch denjenigen Physiologen und Chemikern nicht beistimmen, welche angenommen haben, dass lebende Pflanzen selbst solche Stoffe aus blossem Wasser und aus Luft, unter dem Einflusse des Lichts, durch eine vitale Kraft zu produciren im Stande seyen, welche die Chemie als einfache oder Elementar-Stoffe ansieht, wie Kohlenstoff, Erden und Metalle. Die von Helmont, Boyle, Tillet, Crell, Schrader, Einhof, Braconnot u. a. angestellten Versuche beweisen eine solche Production keineswegs.

II. *Ernährung der Thiere.*

§. 297.

Bei den Thieren findet, wie bei den Gewächsen, Bildung und Wachsthum von Theilen in dem befruchteten

Digitized by Google

Keime statt. Wir sehen in dem sich bildenden Embryo, in einer gewissen Ordnung und Reihenfolge, die verschiedenen Organe und Apparate hervortreten, der Masse nach zunehmen, und einen gewissen Grad der Ausbildung erlangen. Auch nachdem der Foetus die Eyhüllen verlassen, schreitet die Entwickelung des Körpers bis zum Culminations-Punkt des Lebens ohne Unterbrechung fort. Hierbei verwandeln die Thiere die aufgenommenen Nahrungsmittel in ihre Bildungs-Flüssigkeit, und diese geht in die Mischung und das Gefüge der sich bildenden und wachsenden Organe über, deren vitale Eigenschaften sie annimmt. Die Ernährung äussert sich ferner durch schneller oder langsamer erfolgende Veränderungen des materiellen Substrats ihrer Organe. Bestandtheile derselben werden, in Folge ihrer Kraft-Aeusserungen, untauglich, länger in dem organischen Gefüge zu beharren. Sie kehren aus dem festen in den flüssigen Zustand zurück, und werden durch Einsaugung aufgenommen. Dagegen ziehen die lebenden Organe von Neuem Bestandtheile des ihnen zugeführten Nahrungs-Safts an, und bringen sie in ihre Textur.

Die Vorgänge des Bildens, Entwickelns und Wachsens der Organe der Thiere und ihres ganzen Körpers, so wie die in den einzelnen Organen selbst stattfindenden Veränderungen in der materiellen Zusammensetzung, das abwechselnde Anziehen und Abstossen von Materien, ihr Starr- und Flüssig-Werden, und das ununterbrochene Bilden und Entbilden in den Geweben und Organen des thierischen Körpers machen den Vorgang des Lebens aus, welchen man die thierische Ernährung nennt, und wodurch jedes Organ und der gesammte Organismus, unter günstigen äusseren Verhältnissen, zu ihren Thätigkeits-Aeusserungen für eine Zeit lang befähigt bleiben.

§. 298.

Hinsichtlich der Mittel, Werkzeuge und Vorgänge, deren sich die Natur bedient, um die Ernährung zu Stande zu bringen, nehmen wir in den verschiedenen Gruppen von Thieren viele Verschiedenheiten wahr, deren bereits bei der Verdauung, dem Athmen und der Saftbewegung gedacht wurde. Die Apparate für diese Verrichtungen sind

Digitized by Google

um so mehr zusammengesetzt, und die Verrichtungen selbst erscheinen um so mehr verwickelt, je mannigfaltiger und intensiver ihre eigentlichen animalischen Lebens-Aeusserungen sind. Bei den niedersten oder einfachsten Thieren, den Infusorien, scheint sich die, auf der Oberfläche ihres Körpers durch Einsaugung aus dem Wasser aufgenommene, Nahrungsmaterie unmittelbar in ihre Substanz zu verwandeln; so dass Aufnahme, Verähnlichung und Uebergang des Aliments in die organische Masse, in einem Lebens-Acte zusammenfallen. Für die Ernährung der Infusorien spricht das von Nitzsch [1] beobachtete Wachsthum der Bacillarien, so wie die schnelle Zunahme der in mehrere Thiere sich trennenden Paramecien, Bacillarien, Vibrionen und Kugelthiere *(Volvox)*, die bald ihre vollständige Grösse erreichen, wie Spallanzani [2], Saussure [3], O. F. Mueller [4], Goeze [5] u. a. wahrgenommen haben. Bei den mit einem einfachen Nahrungsschlauch versehenen Thieren, den Polypen, Actinien u. a., gelangt die aus den Nahrungsmitteln bereitete und durch Einsaugung aufgenommene Flüssigkeit entweder unmittelbar aus jenem in ihre schleimstoffartige Masse, mit der sie sich verbindet; oder sie wird durch ästige, gefässartige Anhänge des Nahrungsschlauchs den verschiedenen Theilen zugeführt, mit denen sie sich identificirt, wie in den Medusen, Seefedern, mehreren Eingeweidewürmern u. a. Das zur Assimilation nothwendige Athmen erfolgt auf ihrer Oberfläche. Dass alle diese Thiere schnell wachsen und sich der Masse nach vergrössern, ist eine bekannte Sache.

In den eine zusammengesetztere Organisation zeigenden Thieren, den Strahlthieren, Ringwürmern, Mollusken, Insekten, Spinnen, Krebsen, Fischen, Amphibien, Vögeln und Säugethieren findet sich ein Apparat, welcher die aufgenommenen rohen Nahrungsmittel durch zugesetzte Säfte verflüssigt, verähnlicht und den Speisesaft bereitet. Ferner sind diese Thiere mit Athmungs-Werkzeugen versehen, durch welche der eingesaugte Speisesaft unter dem Einflusse der atmosphärischen Luft in Blut umgewandelt wird. In allen diesen Thieren zeigt sich endlich ein Gefäss-System, welches das zur Ernährung und zum Wachsthum bestimmte Fluidum enthält. Das Blut ist in den Abtheilungen

Digitized by Google

des Gefäss-Systems und seinen kreisförmig geschlossenen Bahnen in fortdauernden Strömungen begriffen. Das mit dem Speisesaft vermischte Blut gelangt in die Athmungs-Organe und wird hier in arterielles Blut verwandelt. Dieses Blut wird dem innern Gefüge aller Organe zugeleitet, die aus ihm den Stoff zur Ernährung sich aneignen. Das durch die Vorgänge der Ernährung in seiner Mischung veränderte Blut, welches einen grossen Theil seiner gerinnbaren Bestandtheile verloren und eine Farben-Veränderung erlitten hat, kehrt als venöses von neuem zu den Athmungsorganen zurück, um seine vorigen Eigenschaften zu erlangen.

1) a. a. O. S. 83. 89.

2) *Opuscules de Physique. T.* 1. *p.* 173. 249.

3) Ebend. T. 1. p. 172.

4) *Hist. verm. T.* 1. *p.* 8.

5) Mikroscopische Untersuchungen über Essigaale; Naturforscher St. 1. S. 1. St. 9. S. 177.

§. 299.

Das arterielle Blut, als die eigentliche Nahrungs-Flüssigkeit, enthält den Stoff zur Ernährung aller Gewebe und Organe, aus dem sich Zellstoff, Häute, Gefässe, Nerven, Muskeln, Drüsen, Knochen, Knorpel und Bänder bilden. Ob sich bei der Ernährung zunächst die in diesem Blute reichlich vorkommenden organischen Formbestandtheile, die Kügelchen, mit den Theilen verbinden und deren organisches Gefüge annehmen, wie einige neuere Physiologen [1] annehmen, ist nicht ausgemacht. Ist dieses der Fall, so müssen wohl verschiedenartige Kügelchen für die Ernährung der mancherlei Gewebe in dem Blute vorhanden seyn, deren Vorkommen aber nicht erwiesen ist. Wie es sich auch damit verhalten mag, so ist nicht anzunehmen, dass der Stoff zur Ernährung, durch die aufs feinste in das Parenchym der Organe sich verzweigenden, Gefässe bloss abgesetzt oder ausgeschieden werde, um sich bei dem Absatze nur mit dem organischen Gefüge, nach den Gesetzen der Aggregation, durch Juxtaposition, zu verbinden. Jedes Gewebe und Organ scheint vielmehr durch eigene Thätigkeit zunächst diejenigen Materien und Theilchen anzuziehen, welche den in ihre Mischung eingehenden organischen

Digitized by Google

Verbindungen am nächsten verwandt sind, wie Buffon [2] richtig bemerkt hat.

Die von den Geweben und Gebilden eigenmächtig angezogenen Materien werden durch weitere Thätigkeit derselben erst in ihre Mischung und organisches Gefüge gebracht. Eben in dieser Aneignung der verwandten Materien aus dem zugeführten Arterien-Blute, und in der Umwandlung dieser in ihre Mischung und Textur besteht der eigentliche Act des Ernährens, der von allen mechanischen, chemischen und allgemein physischen Wirkungen, wie sie in leblosen oder unorganischen Körpern vorkommen, gänzlich verschieden ist. Jedes Gewebe, jedes Organ erhält sich, unter den gewöhnlichen Verhältnissen, so lange es mit dem ganzen Körper verbunden ist, die nothwendigen äusseren Bedingungen des Lebens vorhanden sind und keine abnorme Reize auf dasselbe wirken, durch die von ihm ausgeübte Ernährung in seiner eigenthümlichen Mischung, Organisation und seinen vitalen Eigenschaften, und zeigt während seines Daseyns in den verschiedenen Entwickelungs- und Alters-Perioden eigenthümliche Veränderungen. Die Ernährung ist also in jedem Organ eine besonders modificirte, wodurch seine Eigenschaften bedingt werden. Den besonderen Modus der Ernährung in den verschiedenen Organen, welcher die ihnen zukommenden vitalen Eigenschaften bedingt, kann man ihr Eigenleben *(Vita propria)* nennen.

1) Dutrochet sagt (a. a. O. p. 214): *Ce que nous venons de voir touchant la similitude de la composition organique des solides et des fluides du corps vivant pourrait faire penser que les globules vésiculaires contenus dans le sang s'ajouteraient au tissu des organes et s'y fixeraient pour les accroitre et les réparer, en sorte que la nutrition consisterait dans une véritable intercalation des cellules toutes faites et d'une extrême petitesse. Cette opinion, toute étrangère quelle puisse paraître, est cependant très fondée, car l'observation parle en sa faveur. J'ai vu plusieurs fois les globules sanguins sortir du torrent circulatoire, s'arrêter et se fixer dans le tissu organique: j'ai été témoin de ce phénomène, que j'étais loin de soupçonner, en observant le mouvement du sang au microscope dans la queue fort transparente des jeunes têtards du crapaud accoucheur. Des artères formant des courbures nombreuses se repandent dans la partie transparente de la queue des têtards; ces artères sont immédiatement continues avec les veines, en sorte qu'il*

Digitized by Google

n'existe ici aucune distinction, aucune ligne de démarcation entre les deux circulations artérielle et véneuse; le sang, dont on apperçoit parfaitement les globules, qui sont assez gros, offre un tortent, dont le mouvement n'éprouve aucune interruption depuis son départ du coeur jusqu'à son retour à cet organe. Entre les courbures, que forment les vaisseaux, il éxiste un tissu fort transparent dans lequel on distingue beaucoup de granulations de la grosseur des globules sanguins; or, en observant le mouvement du sang, j'ai vu plusieurs fois un globule seul s'echapper latéralement du vaisseau sanguin et se mouvoir dans le tissu transparent, avec une lenteur qui contrastait fortement avec la rapidité du torrent circulatoire dont ce globule était échappé; bientôt après le globule cessait de se mouvoir, et il démeurait fixe dans le tissu transparent; or, en le comparant aux granulations que contenait ce même tissu, il était facile de voir qu'il n'en différait en rien, en sorte qu'il n'était pas douteux que ces granulations demi-transparentes ne fussent aussi des globules sanguins précedemment fixés. Par quelle voie ces globules sortent ils du torrent circulatoire? C'est ce qu'il n'est pas facile de determiner.

2) Aehnliche Erscheinungen will Doellinger wahrgenommen haben.

3) *Hist. natur. T. 2. p. 63: Comme toute la masse du sang passe plusieurs fois dans toute l'habitude du corps, je conçois que dans ce mouvement de circulation continuelle chaque partie du corps attire à soi les molecules organiques les plus analogues, et laisse aller celles qui le sont le moins; de cette façon toutes les parties se développent et se nourrissent, non pas, comme on le dit ordinairement, par une simple addition de parties et par une augmentation superficielle, mais par une pénétration intime, produite par une force, qui agit dans tous les points de la masse.*

§. 300.

Die inneren mit der Bildung und Ernährung verbundenen Vorgänge haben sich bis jetzt der sinnlichen Wahrnehmung entzogen, und sind noch gänzlich unbekannt. Wir kennen nur ihre Wirkungen aus dem Wachsen und Abnehmen der Theile, so wie aus den Veränderungen ihrer Form und Mischung. Wir wissen aber weder, welche Veränderungen in den, durch die lebenden Organe angezogenen, Bestandtheilen des Bluts statt finden, noch auf welche Weise diese organisirt und mit den lebenden Eigenschaften der Organe begabt werden. Es ist unbekannt wie Bestandtheile des Bluts bei der Ernährung in Muskeln, Nerven, Knochen und Eingeweide verwandelt werden. Die Ernährung gleicht, wie Ent [1] äusserte, einem in dem Einzelwesen und allen

seinen Theilen fortgesetzten Zeugungsacte, über den die Natur den dichtesten Schleier geworfen hat. Könnten wir ihn heben, so wären die Geheimnisse des Lebens grossen Theils enthüllt.

1) *Opera omnia medico-physica. Lugd. Batav.* 1657. *p.* 462. *Nutritio sane videtur esse veluti continuata quaedam generatio.*

§. 301.

Mit dem Bestehen der Thiere und der Ausübung ihrer Kraft-Aeusserungen, die wir Leben nennen, ist zugleich eine fortdauernde Veränderung des materiellen Substrats ihrer festen Theile verbunden. Die in die organische Zusammensetzung der verschiedenen Theile eingehenden Materien werden in ihrer Mischung, durch die Lebens-Aeusrerungen verändert, und unfähig gemacht, länger darin zu beharren. Die unbrauchbar gewordenen, entbildeten und wieder in den flüssigen Zustand versetzten Materien der Organe werden eingesaugt, was in den Wirbelthieren durch Saugadern geschieht. Sie gelangen in das Blutgefässsystem und werden aus diesem durch die Excretions-Organe ausgeschieden. An die Stelle der durch die Verrichtungen der Organe gleichsam abgenutzten Theilchen treten neue, die durch den Act des Ernährens aus den angezogenen Bestandtheilen des arteriellen Bluts gebildet werden. Auf einen solchen Wechsel des Stoffs, auf eine fortdauernde innere Bewegung, ein beständiges Bilden und Entbilden in den Organen sind wir aus den Veränderungen zu schliessen berechtigt, die wir an allen Theilen und am ganzen Körper eines Thieres während seines Daseyns wahrnehmen. Grösse, Masse, Consistenz, Mischung, Gestaltung, Structur und Textur des Thierkörpers und aller Gebilde, des Zellstoffs, der Häute, Gefässe, Nerven, Muskeln, Knorpel, Knochen, Sehnen, Bänder u. s. w. zeigen fortdauernde, mehr oder weniger schnelle Veränderungen. Alle Thiere sind in einem beständigen Bilden, Umwandeln, Zerstören und Wiederschaffen begriffen. Für eine in den Organen vor sich gehende Veränderung und Abnutzung der Theile lässt sich ferner anführen, dass die Masse des thierischen Körpers schnell an Gewicht abnimmt, und dass wir Theile schwinden sehen, wenn die Thiere sich in Verhältnissen befinden, in denen

Digitized by Google

sie keine Nahrungsmittel aufnehmen können. Mit der Abnahme ihres Körpers ist Nachlass und Erschöpfung ihrer Kräfte, und endliches Erlöschen derselben verbunden. Nehmen Thiere, denen es an Nahrungsmitteln gebrach, von Neuem solche auf, so nimmt ihr Gewicht schnell zu, die Organe erhalten wieder ihren vorigen Umfang, und damit ist Wiederherstellung ihrer Kräfte verbunden. Führen wir einige den Stoffwechsel betreffende Gesetze auf.

§. 302.

Die Schnelligkeit des das Leben der Thiere begleitenden Stoffwechsels in den festen Theilen läuft parallel mit dem Grade der Combination ihres Baues und der damit in Verbindung stehenden Mannigfaltigkeit ihrer Lebens-Aeusserungen. Für diese Behauptung lassen sich die Erscheinungen des Aufnehmens von Nahrungsmitteln, des Verdauens, Athmens, der Saftbewegung und Absonderung anführen, welche sich auf die Bereitung der Nahrungsflüssigkeit und den Act des Ernährens und Stoffwechsels beziehen. Thiere nehmen, wie früher gezeigt worden ist, um so mehr Nahrungsmittel und in um so kürzeren Intervallen auf, und die Fortdauer ihres Lebens ist in einem um so höheren Grad von der Aufnahme derselben abhängig, je combinirter ihre Organisation ist, je mannigfaltiger ihre Lebens-Aeusserungen sind, je schneller sie wachsen, und je intensiver ihre animalischen Verrichtungen erfolgen. In diesen Thieren zeigen die Verdauungs-Werkzeuge eine solche Einrichtung, dass die aufgenommenen Nahrungsmittel schnell durch Bewegungen zerstückt, und durch den Zusatz von Säften gelöst, verähnlicht, und in Milchsaft verwandelt werden können. Diese Thiere athmen in den kürzesten Zeiträumen, sie consumiren die grösste Menge Sauerstoffgas, scheiden am meisten Kohlensäure aus, die Umwandlung des Chylus und des venösen Bluts in arterielles erfolgt am schnellsten, und die Fortdauer ihres Lebens zeigt sich in hohem Grade von dem ununterbrochenen Fortgange des Athmens abhängig. Ihr Blutgefässsystem bietet ferner eine solche Anordnung dar, dass das arterielle Blut um so reiner, ungemischter und schneller den Organen zugeführt wird, je mehr ihre intensiven Kraft-Aeusserungen eine

Digitized by Google

schnelle Erneuerung und Auffrischung des materiellen Substrats nothwendig machen, damit durch den Act der Ernährung die Erhaltung ihrer vitalen Eigenschaften bewirkt werde. Die Zahl der Aussonderungs-Organe und die Menge der bereiteten und verschiedenartigen Auswurfsstoffe der Thiere steht gleichfalls in einem genauen Verhältnisse mit dem Grade der Zusammensetzung ihres Baues und der Summe der von ihnen ausgeübten Kraft-Aeusserungen. Sind diese gesteigert, so ist auch die Thätigkeit der Excretions-Organe erhöht und Auswurfs-Materien werden reichlicher ausgeleert. Das umgekehrte Verhältniss findet im Zustande der Ruhe und Unthätigkeit statt. Offenbar deuten diese Erscheinungen darauf hin, dass der mit den Kraft-Aeusserungen der festen Theile verbundene Wechsel des materiellen Substrats in den Thieren um so schneller erfolgen müsse, je grösser die Summe jener ist, und je anhaltender und intensiver sie von statten gehen.

§. 303.

Die Schnelligkeit des Stoffwechsels steht ferner in genauem Verhältnisse mit der Art und Menge der äusseren Einwirkungen, denen die Thiere ausgesetzt sind, Wärme, Luft, Wasser, Nahrungsmittel, Licht, Schall, Elektricität, Riech- und Schmeck-Stoffe und verschiedenartige mechanische Berührungen wirken auf die Thiere ein, und fordern sie zu Thätigkeits-Aeusserungen auf, daher sie auch Reize *(stimuli, incitamenta)* genannt werden. Die Menge und Beschaffenheit der auf die Thiere wirkenden Reize ist nach dem Aufenthaltsort derselben verschieden. In der Luft lebende Thiere sind einer grösseren Menge verschiedenartiger Reize ausgesetzt, als Thiere, welche sich im Wasser aufhalten. Die auf jene wirkenden Reize sind zugleich dem Grade und der Stärke nach veränderlicher, wie dies mit der Wärme, dem Lichte und der Elektricität der Fall ist, und zwar in Folge der veränderten Stellung unsers Planeten zur Sonne bei den Jahres- und Tages-Zeiten. Wir sehen daher, dass die Lebens-Aeusserungen der in der Luft sich aufhaltenden Thiere, die mannigfaltigeren und stärkeren Reizen ausgesetzt sind, rascher erfolgen als bei den Wasserthieren. Alle äusseren die Thiere treffen-

Digitized by Google

den Einflüsse oder Reize scheinen durch ihre Einwirkung auf die lebenden Organe, und durch die Rückwirkung, welche sie veranlassen, Veränderungen in ihrem materiellen Substrat hervorzubringen. Der das Leben begleitende Stoffwechsel ist unverkennbar bei den in der Luft lebenden Thieren mehr beschleunigt, als bei den im Wasser sich aufhaltenden. Jene consumiren mehr Nahrungsmittel, die Fortdauer ihres Lebens ist abhängiger von der Aufnahme neuer Nahrungsmittel in kürzeren Zeiträumen, ihre Verdauung ist rascher, ihr Athmen erfolgt öfterer, sie zersetzen die Luft schneller und ihr Daseyn ist mehr an den ununterbrochenen Fortgang des Athmens gebunden, ihre Saftbewegung ist lebhafter, und sie sondern mehr Auswurfsstoffe aus, als die Wasserthiere. Demnach scheint die Schnelligkeit des mit dem Leben der Thiere verbundenen Stoffwechsels der festen Theile proportional zu seyn, der Summe und Stärke der auf die Thiere wirkenden und sie zu Thätigkeits-Aeusserungen auffordernden Reize.

§. 304.

Endlich steht die Schnelligkeit des Stoffwechsels in den verschiedenen Gruppen von Thieren, in genauem Verhältnisse mit dem Grade der Ausbildung und Entfaltung ihrer Apparate für die Ausübung der animalen Lebens-Aeusserungen, der Sinnesorgane, des Nervensystems und der Werkzeuge der willkührlichen Bewegung. Das Nervensystem eines Thiers wird in um so zahlreichere und mannigfaltigere Erregungen versetzt, je grösser die Zahl, Ausbildung und Feinheit seiner Sinnesorgane ist, auf welche die verschiedenartigen äusseren Einflüsse als Reize einwirken. Je mehr das Nervensystem, namentlich das Gehirn, als die Werkstätte der Sensationen, ausgebildet ist, um so zahlreicher, mannigfaltiger und intensiver sind seine Thätigkeits-Aeusserungen, die es theils in Folge der Sinnes-Eindrücke, theils durch seine Selbstthätigkeit hervorbringt. Mit der Zahl der vorkommenden Sinnes-Werkzeuge und dem Grade der Ausbildung des Nervensystems steht wieder der Grad der Ausbildung der Bewegungsorgane im Verhältniss. Durch willkührlich hervorgebrachte Bewegungen wirken die Thiere auf die Aussenwelt zurück, um sich

Digitized by Google

der längeren Einwirkung der sie angenehm afficierenden Aussendinge auszusetzen und dieselben zu suchen, oder um sich deren nachtheiligem Einwirken zu entziehen und sie zu fliehen. Mit dem Grade der Ausbildung der Sinnesorgane, des Nervensystems und der Bewegungs-Werkzeuge, und der Mannigfaltigkeit und Intensität ihrer Kraft-Aeusserungen steht der Bau und die Anordnung der die Ernährungs-Verrichtungen ausübenden und den Stoffwechsel bedingenden Apparate, und die Intensität ihres Wirkens in genauem Zusammenhang.

§. 305.

Fragen wir nun, welche Veränderungen gehen in dem materiellen Substrat der Organe bei der Ausübung ihrer Lebens-Aeusserungen vor; so müssen wir offen bekennen, dass sich die das Leben begleitenden Vorgänge des Stoffwechsels in den Organen selbst noch gänzlich den Beobachtungen und Versuchen entzogen haben. Blosse Muthmassungen sind über diesen innersten und verborgensten Act des Lebens aufgestellt worden. Die Physiologen der jatromechanischen Schule meinten, die Veränderung der Organe beständen in einer mechanischen Abreibung ihrer Theilchen durch die Bewegung. Abgesehen, dass sich das materielle Substrat auch in solchen Organen fortdauernd verändert, an dem keine deutlichen Bewegungen, in Zusammenziehung und Ausdehnung bestehend, nachgewiesen sind, wie in den Nerven, Knochen, Knorpeln, Bändern u. a., so ist es ferner unerklärbar, wie die den Organen zum Grunde liegenden organischen Verbindungen durch blosse Reibung in dem Grade verändert werden können, dass sie sich unfähig zeigen, länger in dem organischen Gefüge zu beharren.

Die Physiologen der neuern jatro-chemischen Schule nehmen an, es fände in den lebenden Organen eine Art von Säurungs- oder Verbrennungs-Process statt, wobei sich das comburirende Princip, der Sauerstoff, aus dem zugeführten arteriellen Blute mit den organischen Verbindungen der Theile vereinige und sie in eine Art von Combustion versetze. Die Beschaffenheit der Auswurfsmaterien scheint allerdings auf einen in den Organen vor sich gehenden Process hinzudeuten, durch den die organischen Verbin-

Digitized by Google

dungen der höheren oder zusammengesetzteren Art in niedere oder weniger combinirte, ja selbst in unorganische Verbindungen umgeändert werden. So wird fortdauernd durch die Athmungsorgane und die Haut viel Kohlensäure ausgestossen. In dem tropfbaren Absonderungs-Product der Haut mancher Säugethiere, dem Schweiss, findet sich freie Essigsäure, salzsaures Natrum, etwas phosphorsaurer Kalk, phosphorsaures Eisenoxyd und thierische Materie. Durch den Darmkanal werden mit den unverdaulichen Speiseresten, die eigenthümlichen, ternären Verbindungen der Galle, das Gallenharz und Gallenfett, als Auswurfsstoffe des Bluts, nebst mehreren verschiedenen Salzen ausgeleert. Das am meisten zusammengesetzte Auswurfs-Fluidum ist der Urin, in dem sich ausser den an Stickstoff reichen organischen Materien eigener Art, dem Harnstoff und der Harnsäure, eine grosse Anzahl verschiedener Salze findet. Es scheinen demnach allerdings die zusammengesetzteren thierischen Verbindungen, die durch die Vorgänge der Assimilation aus den von Aussen aufgenommenen Materien bereitet, und bei dem Acte des Ernährens in das organische Gefüge gebracht wurden, durch die Lebens-Aeusserungen der Organe wieder entbildet und in organische Verbindungen der niederen Art, ja selbst in unorganische Verbindungen verwandelt zu werden. Dieser Vorgang scheint in einem eigenthümlichen, der Verbrennung ähnlichen Processe zu bestehen. Und als eine Folge desselben muss auch die Erzeugung der thierischen Wärme angesehen werden, die in den Thieren in einem genauen Verhältniss mit der Schnelligkeit des Stoffwechsels steht. Endlich ist es nicht unwahrscheinlich, dass ein im Nervensystem erzeugtes Agens einen grossen Antheil an diesem Processe habe.

§. 306.

Zwischen den Pflanzen und Thieren zeigt sich hinsichtlich der Ernährung der Unterschied, dass bei ersteren nur Bildung und Ansatz neuer Theile und Wachsen der schon vorhandenen statt hat, und dass das einmal Gebildete keinem weiteren Stoffwechsel unterworfen ist, sondern für eine Zeit lang in seiner Mischung und Textur unverändert beharrt. Eine fortdauernde Veränderung des

Digitized by Google

materiellen Substrats der Wurzel, des Holzes und der Rinde ist wenigstens bis jetzt nicht nachgewiesen. Das Gebildete wird nicht wieder verflüssigt und eingesaugt. In den Thieren dagegen äussert sich ein ununterbrochener, mehr oder weniger schneller Wechsel der Materien in den festen Theilen, und sie erleiden durch ihre Thätigkeit ununterbrochene Veränderungen. Dieser Unterschied ist wohl darin begründet, dass in den Thieren Kraft-Aeusserungen vorkommen, welche Veränderungen in dem materiellen Substrat der Organe hervorbringen, wie es mit der Wirkung der Nerven der Fall zu seyn scheint.

Bildungskraft, Ernährungskraft.

§. 307.

Die in der Kürze angedeuteten Erscheinungen des Entstehens, Bildens, Wachsens und Ernährens, wodureh sich die lebenden Körper von jedem leblosen Natur-Producte und von jedem Kunstwerke unterscheiden, sind keine blosse physische, mechanische oder chemische Wirkungen, wie man sie an leblosen Körpern wahrnimmt. Der Act des Entstehens, Bildens und Ernährens besteht weder in einem Niederschlag der, in der befruchteten Keim-Flüssigkeit und im Nahrungssafte enthaltenen, organischen Theilchen nach den Gesetzen der Schwere, noch in deren mechanischen Anziehung und Zusammenfügung, noch endlich in einer blossen chemischen Wahl-Anziehung und Verbindung derselben, wie bei unorganischen Materien, die im Krystallisiren begriffen sind. Jene Vorgänge sind über jeden an leblosen Materien vorkommenden Mechanismus und Chemismus weit erhaben, und lassen auch nicht entfernt eine Erklärung aus mechanischen und chemischen Ursachen zu. Alle Versuche der Jatromechaniker und Jatrochemiker jene Erscheinungen aus mechanischen und chemischen Kräften zu erklären sind missglückt, und haben sich als unzureichend und irrig erwiesen. Wir sind daher genöthigt, sie als Wirkungen eigener Art, als Lebens-Aeusserungen, anzusehen, begründet in einer den organischen Körpern zukommenden Kraft.

Ausgezeichnete Physiologen und Aerzte aller Zeitalter haben den lebenden Körpern eine eigenthümliche Kraft zu-

Digitized by Google

geschrieben, welche sie als die Ursache des Bildens und Ernährens ansehen. Diese Kraft haben sie durch verschiedene Namen bezeichnet. Die Alten, namentlich Galen [1], nannten sie *Facultas formatrix, nutrix, auctrix.* Van Helmont [2] legte ihr die Benennung, *Blas alterativum*, bei. Baco [3] bezeichnete sie durch den *Motus assimilationis* oder *Motus generationis simplex.* Harvey [4] führte sie als *Facultas vegetativa* auf. Stahl [5] hiess sie *Anima vegetativa.* Buffon [6] nannte sie *Puissance du Moule intérieur.* C. F. Wolf [7] legte ihr den Namen *Vis essentialis* bei. Blumenbach [8] heisst sie Bildungstrieb *(Nisus formativus).* Neuere Physiologen führen sie als Ernährungskraft, Bildungskraft, Reproductions- oder Vegetations-Kraft auf. So verschieden auch die zur Bezeichnung jener Kraft von den Physiologen und Aerzten gewählten Benennungen und ihre Vorstellungen von derselben sind; so stimmen sie doch alle im Wesentlichen darin mit einander überein, dass die lebenden Körper durch diese Kraft im Ganzen und in allen ihren Theilen für eine gewisse Zeit in ihrer Mischung, Organisation und vitalen Eigenschaften erhalten, und während einer gewissen Periode ihres Daseyns in den Stand gesetzt werden, Wesen ihrer Art hervorzubringen, die gleich den Körpern, welche sie erzeugten, in einer bestimmten Bildung und Entwickelung begriffen sind, und gleiche Erscheinungen darbieten. Führen wir Thatsachen auf, welche für diese Behauptung sprechen.

1) *Oper. Omn. Lib. de Facultatibus.*

2) *Oper. P.* 1. *p.* 258.

3) *Novum Organon. Lib.* 2. *Aph.* 48.

4) *De generatione animalium. Londini* 1651. 4. *p.* 170.

5) *Theoria medica vera. Halae* 1708.

6) *Hist. natur. T.* 2. *p.* 41. *Le corps d'un animal ou d'un végétal est une espèce de moule intérieur, dans lequel la matière qui sert à son accroissement se modèle et s'assimile au total. p.* 42. *Il nous parait certain que le corps de l'animal ou végétal est un moule intérieur qui a une forme constante, mais dont la masse et le volume peuvent augmenter proportionnellement, et que l'accroissement, ou, si l'on veut, le développement de l'animal ou du végétal, ne se fait que par l'extension de ce moule dans toutes ses dimensions extérieures et intérieures, que cette extension se fait par l'intusousception d'une matière accessoire et étrangère qui pénètre*

Digitized by Google

dans l'intérieur, qui devient semblable à la forme, et identique avec la matière du moule.

7) *De generatione. Halae* 1759.

8) Ueber den Bildungstrieb und das Zeugungsgeschäft. Göttingen 1781. 1794. 8. *Commentat. Soc. Goettingens. T.* 8. *Institut. physiol.* §. 591. *Inesse corporibus organicis vivis ad unum omnibus peculiarem vim, ipsis connatam, et quamdiu vivunt, perpetuo activam et efficacem, statutam ipsis et destinatam formam generationis negotio primo induendi, nutritionis posthac functione perpetuo conservandi, et si forte mutata fuerit, quantum fieri potest, iterum restituendi.*

§. 308.

Ein lebender Körper, als Gegenstand einer chemischen Untersuchung betrachtet, ist, wie Berzelius [1] äussert, eine Werkstätte, in welcher viele chemische Processe vor sich gehen, deren Endresultat ist, alle die Erscheinungen hervorzubringen, die wir in ihrer Gesammtheit Leben nennen, und diese Werkstätte auf eine solche Art zu erhalten, dass sie sich, so zu sagen, von einem Atom allmählig bis zur höchsten erreichbaren Vollkommenheit entwickelt, worauf sie wiederum zurückgeht und endlich zerfällt. Allerdings lässt sich nicht in Abrede stellen, dass mit dem Leben fortdauernde Mischungs-Veränderungen verbunden sind. Diese zeigen sich jedoch in ihren Ursachen und Wirkungen von den in leblosen Körpern vorkommenden chemischen Processen verschieden. Die Chemie vermag wohl die organischen Verbindungen, wie schon früher bemerkt wurde, in ihre Elemente aufzulösen, aber sie kann sie nicht wieder aus diesen zusammensetzen. Das eben, was in den lebenden Körpern die Elementarstoffe in den zu ihrem Fortbestehen nothwendigen organischen Verbindungen erhält, und die das Leben begleitenden eigenthümlichen Mischungs-Veränderungen bedingt, ist eine Kraft eigener Art, welche von den in unorganischen Körpern wirkenden chemischen Affinitäten verschieden ist.

Die in den lebenden Körpern vor sich gehenden eigenthümlichen Mischungs-Veränderungen werden durch die Ernährungs- oder Bildungs-Kraft bedingt, welche die chemischen Affinitäten der aus der Aussenwelt aufgenommenen Materien beherrscht und sie ihren Zwecken unterwirft. Die mancherlei Nahrungs-Materien, aus Wasser, organischen Substanzen und Luft bestehend, werden durch die in jedem

Digitized by Google

lebenden Körper auf eine besondere Weise sich äussernde Bildungskraft in ihren chemischen Verhältnissen so verändert, dass sie in die eigenthümlichen organischen Verbindungen seines Nahrungssafts verwandelt werden. Da wir ferner wahrnehmen, dass Pflanzen und Thiere aus den Nahrungsmitteln die verschiedenartigsten, ihnen eigenthümlichen organische Verbindungen, wie Eyweissstoff, Faserstoff, Gallerte, Schleim, Kleber, Satzmehl, Gummi, Zucker u. s, w. hervorbringen, die wir als solche nicht immer in ihren Nahrungsmitteln nachweisen können; so werden wir zur Annahme berechtigt, dass jene Kraft die Elementarstoffe der Nahrungsmittel so in ihren Zusammensetzungen und quantitativen Verhältnissen zu verändern im Stande ist, dass sie aus einer Verbindung in die andere übergehen können. Hierdurch wird die grosse Mannigfaltigkeit und Reichhaltigkeit der organischen Verbindungen, und deren Wandelbarkeit bei dem Assimilations- und Ernährungs-Process bewirkt. Endlich ist es mehr als wahrscheinlich, dass die lebenden Körper, namentlich die Gewächse, unorganische oder binäre Verbindungen in organische oder ternäre bringen können. Ja es scheint die Hauptbestimmung der Gewächse für die Oekonomie des organischen Reichs zu seyn, unorganische Materien aus der Erde, dem Wasser und der Luft fortdauernd in organische Verbindungen der niederen Art umzuwandeln, die dann von den Thieren als Nahrungsmittel aufgenommen in die zusammengesetzteren animalischen Verbindungen gebracht werden.

1) Chemie. B. 3. Abthl. 1. S. 138.

§. 309.

Die Bildungs-Kraft bedingt nicht nur die Mischungs-Verhältnisse der lebenden Körper, sondern sie bewirkt auch ihre Organisation. Sie ist es, welche in der befruchteten Keim-Flüssigkeit die Theilchen der organischen Verbindungen in die feste Form bringt, und den Anfang des Pflanzen- und Thier-Embryos in das Daseyn ruft. Alle in diesen in einer gewissen Reihen-Folge entstehenden Gewebe und Gebilde sind Producte der Bildungskraft, und sie werden in ihrem Erscheinen, ihrer Entwickelung, Zusammenfügung, Gestaltung und Anordnung durch sie be-

Digitized by Google

dingt. Die bei dem Bildungs-Process des Embryos sich darbietenden Erscheinungen sind über jeden Mechanismus und Chemismus erhaben, wie er in leblosen Körpern vorkommt. Die Bildungskraft ist es, welche das Wachsthum aller Organe zu Stande bringt, indem sie die Anziehung nährender Theilchen aus dem Nahrungssafte vermittelt, diese mit den einmal gebildeten Theilen verbindet und dadurch ihre Vergrösserung bewirkt. Diese Kraft endlich ist es, welche bei dem Wechsel der Materie, an die Stelle der durch den Lebensact der Organe entbildeten und abgenutzten Theilchen, neue aus dem Bildungssaft anzieht und in das organische Gefüge bringt. Eben durch diese fortdauernde Anziehung von Theilchen und deren Umwandlung in die Textur der Organe unterscheiden sich die lebenden Körper von den leblosen. Die bei dem Crystallisations-Process durch chemische Wahl-Anziehung verbundenen, und durch Cohäsion und Adhäsion zusammengehaltenen Molekulen der Crystalle verändern sich nicht durch sich selbst, und sie üben keine weitere Anziehung aus, die über das Aggregat hinausgeht, wie es bei den Organen der Fall ist, die mit der Anziehung von Theilchen aus dem Nahrungs-Saft und mit dem Organisiren während ihres Daseyns ohne Unterbrechung fortfahren. Die Vorgänge des Bildens und Ernährens, dieses fortdauernden organischen Crystallisations-Processes, wie ihn Reil genannt hat, lassen sich nicht aus den blossen chemischen Eigenschaften der die organischen Körper zusammensetzenden organischen Verbindungen erklären. Eyweissstoff, Faserstoff, Gallerte, Schleim, Kleber, Amylum, Gummi, Zucker u. s. w. sind die Materien, aus denen die verschiedenartigen Gewebe und die höchst mannigfaltigen Gebilde der Thiere und Pflanzen zusammengesetzt sind. Aus diesen organischen Verbindungen entstehen wohl unter günstigen äusseren Einflüssen Pflanzen und Thiere der einfachsten Art, wie Infusorien, Schimmel, Conferven u. s. w. Niemals aber werden daraus Organe, wie wir sie in den combinirteren Thieren und Pflanzen antreffen. Auch ist es noch keinem Chemiker geglückt, durch irgend eine ihm zu Gebote stehende chemische Operation, eine Pflanze oder Thier aus den organischen Materien zu erzeugen. Demnach sind sie nur der Stoff, aus denen die

Digitized by Google

lebenden Körper ihre Organe hervorbringen und formen. Und dies geschieht mittelst der Bildungs- oder Ernährung-Kraft, die sich in jeder Pflanzen- und Thier-Art auf eine eigenthümliche Weise wirksam zeigt. Eben diese den lebenden Körpern inhärirende eigenthümliche Kraft bewirkt die organische Gestaltung und Bildung im Ganzen und in allen Theilen. Sie bringt die organischen Materien in das Gefüge der lebenden Körper, bindet sie in demselben und verwendet sie zu ihren Zwecken. Sie erhält diese Körper für eine Zeit lang, ohnerachtet der Einwirkung äusserer, auf ihre Vernichtung hinstrebender Einflüsse.

§. 310.

Die Bildungskraft muss nicht nur als die Kraft angesehen werden, welche die Mischung und Organisation der lebenden Körper hervorbringt, sondern welche auch alle übrigen in den organischen Körpern sich äussernde Kräfte in das Daseyn ruft, und die verschiedenen Gewebe und Gebilde zu besonderen Kraft-Aeusserungen befähigt. Dies ergibt sich schon daraus, dass alle mit eigenthümlichen vitalen Eigenschaften begabten Theile, welche wir in dem befruchteten Samenkorn und Eye nach und nach entstehen sehen, Producte der durch den Zeugungsact determinirten Bildungskraft sind. Die Kraft-Aeusserungen der Gewebe und Organe sind in Eigenschaften der Mischung und Organisation begründet, die ihnen durch den Vorgang des Bildens ertheilt wurden. Mit dem Entstehen der Gewebe und Gebilde treten erst ihre Kraft-Aeusserungen hervor. Die Erscheinungen der Muskel-Reizbarkeit sind in Embryonen nicht eher zu bemerken, als bis Muskel-Substanz gebildet ist. Verschiedene Säfte, Galle, Speichel, Urin, werden nicht eher abgesondert, als bis die Werkzeuge für ihre Absonderung hervorgebracht sind. Sensibele Erscheinungen werden nicht vor Bildung der Nerven wahrgenommen. Selbst die Aeusserungen der geistigen Kraft können nicht eher statt finden, als bis die Werkzeuge für dieselben gebildet und den nöthigen Grad der Ausbildung erlangt haben. So erscheint uns also die Bildungskraft als die Schöpferin und Vermittlerin aller übrigen organischen Kräfte, insofern sie die Gebilde und Werkzeuge, an denen sich dieselben äus-

Digitized by Google

sern, hervorbringt, und sie durch den Bildungs-Process zu ihren Kraft-Aeusserungen befähigt.

§. 311.

Die durch die Bildungskraft hervorgebrachten Gewebe und Gebilde der Pflanzen und Thiere, mit ihren besonderen vitalen Eigenschaften, werden durch die während ihres Daseyns sich anhaltend wirksam zeigende Bildungs- oder Ernährungs-Kraft eine Zeit lang erhalten, und eben dadurch auch fortdauernd zu ihren Lebens-Aeusserungen befähigt. Die Ernährungskraft bedingt ihren Zustand, durch Reize in Thätigkeit versetzt zu werden. Die Fähigkeit der Organe, durch Reize afficirt zu werden, und gegen dieselben zurück zu wirken, welche neuere Aerzte unter dem Namen der Erregbarkeit, als die Grundlage des Lebens aufgestellt, kann nur als eine Wirkung der Bildungskraft angesehen werden. Es ist einleuchtend, dass ein Theil erst gebildet seyn muss, bevor er sich erregbar zeigen kann. Jedes Organ behauptet sich durch die Ernährung in seiner Eigenthümlichkeit und wird dadurch zu seinen besonderen Wirkungen tüchtig gemacht. Die vitalen Eigenschaften durchdringen gleichsam die von den Organen aus der Nahrungs-Flüssigkeit angezogenen Bestandtheile in dem Augenblicke, wo sie in ihr organisches Gefüge durch den Act der Ernährung gebracht werden. Mit der Intensität der Lebens-Aeusserungen steht die Ernährung in genauem Verhältniss. Gut ernährte Organe vermögen intensive Kraft-Aeusserungen auszuüben. Schlecht genährte Organe wirken weniger kräftig und ausdauernd. Durch den Vorgang der Ernährung werden ferner die durch ihre Kraft-Aeusserungen erschöpften Organe wieder von Neuem zu ihrer Wirksamkeit befähigt.

§. 312.

Die Bildungskraft, welche die organischen Körper bei der Zeugung in das Daseyn ruft, welche alle ihre Gewebe und Gebilde in der Keim-Flüssigkeit mit ihren vitalen Eigenschaften hervorbringt, sie entwickelt und ausbildet, und sie während ihres Daseyns erhält, muss als die eigentliche Ur- oder Grund-Kraft der organischen Körper, und als die Schöpferin und Erhalterin aller den lebenden Kör-

Digitized by Google

pern im Ganzen und in allen ihren Theilen zukommenden Kräften angesehen werden. Diejenigen Physiologen und Aerzte begingen daher einen grossen Missgriff, welche das Lebensprinzip in einer andern Kraft, als der Bildungskraft, in der Erregbarkeit, der Reizbarkeit oder der Sensibilität suchten, da doch die Gebilde, an denen sich diese Kräfte äussern, nur Producte der Bildungskraft sind, und jene Kräfte nicht vor dem Vorhandenseyn ihrer Werkzeuge auftreten können.

§. 313.

Die Bildungskraft äussert sich in allen Theilen und Puncten der lebenden Körper thätig. In den festen Theilen bewirkt sie bei der Ernährung die Anziehung und Umwandlung der Bestandtheile des Nahrungssafts in ihr organisches Gefüge, und ertheilt ihnen deren vitale Eigenschaften. Selbst in den Bildungssäften äussert sie sich durch Hervorbringung organischer Formbestandtheile, der Kügelchen. Wir müssen daher die jene Vorgänge bedingende Thätigkeit als eine allen Theilen der lebenden Körper inwohnende Kraft ansehen, und wir können sie weder in den Gewächsen noch in den Thieren auf irgend ein Gewebe oder einen Apparat beschränkt annehmen. Alle Theile einer Pflanze, die Wurzeln, der Stengel, die Zweige, Blätter, Blüthen, das Holz und die Rinde ernähren sich. Ernährung findet in allen thierischen Geweben und Organen, in dem Zellstoff, den Häuten, Nerven, Gefässen, Muskeln, Bändern, Sehnen, Knorpeln, Knochen und in allen Eingeweiden statt. Die fortwährende Richtung dieser Kraft auf die Erhaltung des Einzelwesens und aller seiner Theile macht den Hauptcharakter des individuellen Lebens aus, und erscheint als die wichtigste innere Bedingung des Lebens. Diese Kraft verwandelt nicht bloss die von Aussen aufgenommenen Nahrungsmaterien in die mit besonderen Eigenschaften begabten Nahrungs-Flüssigkeiten, assimilirt sie, sondern sie bringt sie auch in die feste organische Gestaltung, bestimmt und regelt die Mischung, Organisation und vitalen Eigenschaften der Theile, und erhält sie in ihren lebenden Qualitäten. Jeder lebende Körper ist den auf Zerstörung hinwirkenden äusseren Einflüssen ausgesetzt,

Digitized by Google

seine Mischung wird im Conflicte mit diesen verändert, und er wird zu Thätigkeits-Aeusserungen aufgefordert. Dennoch beharrt ein jeder, unter gewissen später zu betrachtenden äusseren Verhältnissen, in seiner Form, Mischung und Wirksamkeit. Das, was durch die äusseren Einwirkungen und Reize in dem materiellen Substrat der lebenden Körper, oder durch die Thätigkeits-Aeusserungen und Reactionen ihrer Organe selbst verändert worden ist, wird durch die Ernährungs- oder Bildungs-Kraft wieder hergestellt. Manche äussere Einwirkungen jedoch, mechanischer oder chemischer Art, sowie manche organische Materien, die Pflanzen- und Thier-Gifte, können die Bildungskraft tilgen, und haben Vernichtung derjenigen lebenden Körper zur Folge, auf welche sie einwirkten.

§. 314.

Die Bildungskraft, welche die Einzelwesen für eine gewisse Zeit erhält, erschöpft sich allmählich durch ihr Wirken. Ihr Erlöschen hat den Tod und die Vernichtung jener zur Folge. Dennoch gibt sie den Gattungen der Pflanzen und Thieren Dauer, indem sie während des Zeitraums der höchsten Wirksamkeit der Einzelwesen, die Keime oder Anfänge zu neuen Wesen derselben Art *(Species)*, hervorbringt, und die Bedingungen schafft, unter denen sich diese zu neuen Individuen entwickeln und ausbilden können. Die Bildungskraft der Einzelwesen ergiesst sich gleichsam in ihre Producte, die Keime, und producirt den Stock zu neuen Wesen, in denen sich die Bildungskraft im Ganzen wieder auf dieselbe Weise äussert. Die jetzt lebenden Körper haben Theile anderer ähnlicher Körper ausgemacht, von denen sie sich trennten und ihr Daseyn als Einzelwesen fortsetzten. Die Bildungskraft der vorhergehenden Generation einer Pflanzen- oder Thier-Art bedingte das Daseyn der jetzt bestehenden, und so in einer Reihen-Folge der Vergangenheit zurück, deren erster Anfang unbekannt ist. Der Strom des Lebens, aus unbekannter Quelle entsprungen, ergiesst sich von Generation zu Generation, ins Unendliche fort. Durch die Zeugung, als denjenigen Act der Bildungskraft, welche neue Wesen derselben Art hervorbringt, in denen sich dieselbe Kraft wieder auf die-

Digitized by Google

selbe auf gleiche Weise äussert, wie in den Individuen, welche zeugten, erhält die Bildungskraft der Arten *(Species)* Dauer.

Der Tropfen Flüssigkeit des befruchteten Keim-Bläschens, sowie das befruchtete Samenkorn, enthalten *Potentia*, wenn auch nicht *Actu*, ein Wesen derjenigen Art, mit allen ihren Eigenschaften der Mischung, der Form und des Lebens, und selbst der Möglichkeit zum dereinstigen Zeugen, welche sie in das Daseyn rief. Die Bildungskraft bringt in dem befruchteten Keime die verschiedenen Gewebe und Gebilde mit ihren Eigenschaften hervor, regelt ihre Gestaltung und Bildung, und bewirkt der Form und der Zeit nach das Hervortreten der Organe und ihre Kräfte, adäquat der Art *(Species)* der zeugenden Körper. Sie producirt die Werkzeuge für das Einsaugen, Assimiliren, Athmen, die Saftbewegung, die Absonderung, die Bewegungen, das Empfinden und das Zeugen, und versetzt sie in die nöthige Wechsel-Wirkung. Auf diese Weise erhält sich die schöpferische Bildungskraft in den Arten, während sie an den Einzelwesen nur als ein vorübergehendes und vergängliches Phänomen erscheint.

§. 315.

Die Bildungskraft ist es, welche nach dem Erlöschen des individuellen Lebens der organischen Körper, die aus ihrer Organisation durch Gährung und Fäulniss gerissenen organischen Materien, befähigt und bestimmt, wenn sie anders nicht durch äussere physische und chemische Einwirkungen in die Elementarstoffe zersetzt worden sind, wieder neue einfachere organische Formen anzunehmen, und bei der sogenannten freiwilligen Zeugung in Infusorien, Conferven, Schimmel u. s. w. überzugehen, nach Verschiedenheit der sie zum Bilden bestimmenden äusseren Einflüsse, der Wärme, des Lichts, des Wassers u. s. w. Diese Kraft scheint demnach eine den organischen Materien überhaupt inhärirende Eigenschaft zu seyn, wodurch sie, aus der Verbindung lebender Körper gerissen, in den Stand gesetzt werden, wieder einfachere organische Gestaltungen anzunehmen. Auch bei dem Assimilations- und Ernährungs-

Digitized by Google

Process der Einzelwesen sind es die des Bildens und Lebens fähigen organischen Materien der Nahrungsmittel, welche durch die Bildungskraft der Einzelwesen bestimmt werden, zu ihrer Vergrösserung, zum Wachsthum und zur Erhaltung ihres Körpers beizutragen, und zur Absonderung von assimilirenden und Zeugungs-Flüssigkeiten verwendet zu werden.

§. 316.

Die Bildungskraft bestimmt ferner den Lebenslauf, die Lebens-Perioden der organischen Körper, und die mit denselben verbundenen Veränderungen in der Mischung, Organisation und den Kraft-Aeusserungen. Sie begründet die Möglichkeit der bei den organischen Körpern ungemein verschiedenen Lebens-Dauer. Diese Kraft bewirkt ferner die Wiedervereinigung und Heilung verletzter oder getrennter Theile, und vermag selbst verloren gegangene Theile wieder zu erzeugen. Sie endlich ist es, welche die unter verschiedenen Verhältnissen eintretenden Störungen in den Verrichtungen der Organe und Apparate, die Krankheiten, beseitigt, indem sie die Rückwirkungen veranlasst und regelt, wodurch der normale Gang der Lebens-Aeusserungen zurückgeführt wird, welches Bestreben der organischen Körper die Aerzte Heilkraft (*Vis medicatrix naturae*) genannt haben.

§. 317.

Die Ernährungs- oder Bildungs-Kraft, diese in allen organischen Körpern, in dem Staubpilze und Conferve, wie in der Palme und Adansonie, in dem Aufgussthiere und Polypen, wie im Elephanten und Wallfische, sich thätig zeigende Kraft, bietet hinsichtlich ihrer Aeusserungen die grösste Mannigfaltigkeit und Vielartigkeit dar, wie der unermessliche Reichthum unseres Planeten an höchst verschiedenen Gewächs- und Thier-Formen sattsam beurkundet. Jeder Pflanzen- und Thier-Art kommt eine eigenthümliche Gestaltung und Organisation zu, jede bietet besondere Vorgänge des Lebens dar, jede bringt ihre eigenen Keime hervor, jede entwickelt sich auf ihre Weise, und jede hat ihren eigenen Lebenslauf. Hier schafft diese Kraft, wie Kielmeyer [1] sagt, colossale, kaum zu überschauende Massen,

Digitized by Google

dort beschränkt sie sich auf kleine Pünktchen, die unser Auge kaum mit Hülfe des Mikroscops zu erkennen im Stande ist; hier erscheint sie ewig einförmig, dort unter der Gestalt einer wandelbaren Fee; hier dauert sie Jahrhunderte, dort ists eine Zeitfluxion die ihre Wirkungen enthält; hier trotzt sie fast jeder Zerstörung, dort vermag ein Lüftchen sie zu verwehen. Die Bildungskraft äussert sich nicht nur in jeder Pflanzen- und Thier-Art auf eine bestimmte und eigenthümliche Weise, sondern in jedem Einzelwesen erscheint sie wieder in ihrem Wirken individuell.

1) Ueber die Verhältnisse der organischen Kräfte unter einander in der Reihe der verschiedenen Organisationen, die Gesetze und Folgen dieser Verhältnisse. S. 27.

§. 318.

Die allen lebenden Körpern einwohnende Bildungskraft bietet in ihren Wirkungen eine bewunderungswürdige Zweckmässigkeit dar, und sie verfährt nach Gesetzen, welche der reflectirende Mensch als der Vernunft gemäss anerkennen muss. Ja sie übertrifft selbst in ihren Wirkungen, die der menschlichen Vernunft, wie Harvey [1] richtig ausgesprochen hat. Wie unbedeutend erscheinen alle Kunst-Werke, die des Menschen Geist ersann, in Vergleichung mit den Productionen der Bildungskraft. Die organische Bildung ist so zu sagen das grösste Meisterstück der Natur, wodurch die Aufgabe gelöst ist, wie das Reich der lebenden Körper bei aller Wandelbarkeit und Vergänglichkeit seiner Formen und Erscheinungen dennoch Bestand und Dauer erhält. Mehrere Naturforscher haben diese Kraft *Anima vegetativa* genannt, und haben sie als einen Ausfluss der Platonischen Weltseele, der *Natura naturans*, der End-Ursache des Weltalls, der unbedingten oder göttlichen Urkraft betrachtet [2]. Wenn wir auch zugeben, dass die Bildungskraft, wie alle übrigen Kräfte, aus einer höheren Ursache hervorgegangen ist, so müssen wir jedoch offen bekennen, dass ein solcher Ausfluss der Bildungskraft aus dem unbedingten Seyn etwas unbegreifliches ist, was über die Gränzen unsers Fassungs-Vermögens hinausgeht. Wir halten ferner jeden Versuch, die Bildungskraft aus dem unbedingten Seyn abzuleiten,

Digitized by Google

für ein Blendwerk der erhitzten Phantasie, indem der menschliche Geist nicht vermag sich zum unbedingten Wissen zu erheben.

1) *De Generatione p. 170: Si ex operationibus fas est de facultatibus judicium ferre; vegetativae operationes potius videntur arte, electione et providentia institui, quam animae rationalis, mentisve actiones; idque etiam in homine perfectissimo.*

2) So sagt Harvey a. a. O.: *Superior itaque et divinior opifex (quam est homo) videtur hominem fabricare, et conservare; et nobilior artifex (quam gallus) pullum ex ovo producere. Nempe, agnoscimus Deum, creatorem summum atque omnipotentem, in cunctorum animalium fabrica ubique praesentem esse; et in operibus suis quasi digito monstrari; cujus, in procreatione pulli instrumenta sunt, gallus et gallina. Constat quippe, in generatione pulli ex ovo, omnia singulari providentia, sapientia divina, artificioque admirabili, et incomprehensibili, exstructa et efformata esse. Nec cuiquam sane haec attributa conveniunt, nisi omnipotenti rerum principio; quocunque demum nomine id ipsum appellare libuerit; sive mentem divinam, cum Aristotele; sive cum Platone, animam mundi; aut cum aliis, naturam naturantem; vel cum Ethnicis, Saturnum, aut Jovem; vel potius (ut nos decet) Creatorem, et Patrem omnium quae in coelis et terris; a quo animalia, eorumque origines dependent; cujusque nutu, sive effato, fiunt et generantur omnia.*

§. 319.

Die in ihren Wirkungen so zweckmässig verfahrende Bildungskraft ist keine unbedingte Kraft. Sie ist vielmehr von gewissen äusseren Bedingungen abhängig, und hat, wie alle Kräfte, ihre Gränzen und Schranken, innerhalb denen sie sich wirksam zeigt. Die Vorgänge des Zeugens und Ernährens finden nur bei gewissen äusseren Verhältnissen, bei einem gewissen Wärmegrade, bei der Einwirkung der Luft, des Wassers, des Lichts, dem Vorkommen von Nahrungsmitteln statt. Jede Gewächs- und Thier-Art erhält sich bei einer gewissen äusseren Temperatur, die freilich für die verschiedenen Arten von lebenden Wesen höchst verschieden ist. Excessive Wärme und Kälte beschränken das Zeugungs-Vermögen, die Entwickelung der Keime und die Ernährung, und tilgen sie endlich. Jede Gewächs- und Thier-Art lebt innerhalb einer bestimmten Sphäre von äusseren Einflüssen, auf der Erde, im Wasser, in der Luft, und kommt auf einen grösseren oder kleineren Theil der Erd-

Digitized by Google

oberfläche beschränkt vor, wie die Verbreitung der lebenden Körper beweist. Werden Pflanzen oder Thiere aus den ihnen von der Natur angewiesenen ursprünglichen Verhältnissen gebracht, so ist dies häufig mit einer Beschränkung ihres Zeugungs- und Ernährungs-Geschäfts verbunden. Dass die Bildungskraft in ihren Wirkungen durch äussere Verhältnisse bis zu einem gewissen Grad veränderlich ist, erhellt ferner aus den Rassen und Abarten der Thiere und Pflanzen, die in Folge von Veränderungen der äusseren Einwirkungen entstanden sind. Wir beobachten ferner, dass die Vorgänge des Zeugens und Ernährens von den Jahreszeiten abhängig sind, dass sie durch die wärmeren Jahreszeiten befördert, durch die kälteren beschränkt, inhibirt oder gar unterdrückt werden. Nach den Reizen, welche die Organe treffen, wird ihre Ernährung verändert, gesteigert, oder geschwächt, oder selbst *in Modo* abgeändert, wie die so zahlreich eintretenden krankhaften und abnormen Veränderungen der Organe beweisen, und wobei ihre Verrichtungen gestört werden. Es gibt Einflüsse, welche schnell die Vorgänge des Ernährens vernichten, die Bildungskraft tilgen, und das Leben zerstören, wie dies mit den Giften der Fall ist. Wie sehr die Ernährungs- oder Bildungskraft in ihren Wirkungen von den äusseren Einflüssen abhängig sind, werden wir in dem Buche von den äusseren Bedingungen des Lebens erfahren.

§. 320.

Als ein fernerer Beweis der Veränderlichkeit der Bildungskraft in ihrem Wirken können auch die nicht selten vorkommenden Abweichungen der organischen Körper von der regelmässigen Bildung, Gestaltung, Zusammensetzung und Anordnung, die Missbildungen oder sogenannten Missgeburten, angeführt werden. Jede Art von lebenden Körpern ist bei ihrer Entwickelung und Bildung aus der befruchteten Keimflüssigkeit innerhalb gewisser Gränzen wandelbar und veränderlich. Bald zeigt sich eine Hemmung in der regelmässigen Entwickelung und ein Mangel von Theilen, bald dagegen nehmen mir ein Uebermaass in der Bildung wahr; bald sind Theile, die verbunden seyn sollten, getrennt, bald dagegen erscheinen Theile, die getrennt

Digitized by Google

seyn sollten, verschmolzen. Dennoch lässt sich an allen Missbildungen, so sehr sie auch von der Norm abweichen, immer noch die Art *(Species)* erkennen, zu der sie gehören. Dies deutet offenbar darauf hin, dass die Missbildungen immer nur innerhalb der Schranken der für eine gewisse Art geltenden Bildungsgesetze spielen, und nicht in das Unendliche gehen. Ferner nehmen wir wahr, dass, wenn gleich oft in den Missbildungen die Zweckmässigkeit in der Anordnung der Theile aufgehoben ist, dennoch in den meisten Fällen eine Annäherung zur Zweckmässigkeit nicht zu verkennen ist, und also auch darin die Bildungskraft einen ihrer Haupt-Charaktere behauptet.

§. 321.

Aus den angestellten Untersuchungen geht das Haupt-Resultat hervor, dass die allen lebenden Körpern inwohnende und auf eine innere zweckmässige Weise wirkende Bildungskraft, welche sich von Generation zu Generation fortpflanzt, und in den erzeugten Wesen unter gewissen äusseren Bedingungen und Verhältnissen sich thätig äussert, nach ihren Wirkungen zu schliessen, als eine für sich bestehende, von allen übrigen bekannten Kräften, verschiedene Kraft angesehen werden muss. Sie äussert sich, soweit die Erfahrung reicht, nur an organischen Materien und an Körpern, die aus diesen zusammengesetzt sind, welche in ihrer Mischung, Gestaltung und Zusammenfügung, sowie in ihren Eigenschaften von den unorganischen Körpern verschieden sind. Diese Kraft scheint daher eine den organischen Materien inhärirende und in ihrer eigenthümlichen materiellen Beschaffenheit begründete Kraft zu seyn, deren Wirkungen wir erkennen, ohne dass wir über ihren letzten Grund und die Art ihres Wirkens[1] weiter etwas aussagen können, wie es auch mit anderen Kräften der Fall ist. Ihre Wirkungen zeigen sich an den organischen Materien theils mehr ungebunden und frei, nur verschieden nach den äusseren auf sie einwirkenden Einflüssen, welche die organischen Materien zum Bilden bestimmen, wie bei der ungleichartigen oder freiwilligen Zeugung *(Generatio aequivoca s. spontanea)*; theils aber erscheint sie in ihren Wirkungen besonders modificirt und innerhalb bestimmter

Digitized by Google

Schranken, wie bei den Pflanzen und Thier-Arten, welche durch Fortpflanzung mittelst älterer Organismen oder durch gleichartige Zeugung entstehen. Fragen wir zunächst weiter, woher rühren, wie oder auf welche Weise entstanden die organischen Materien, mit der ihnen inhärirenden Bildungskraft; so müssen wir offen unsere Unkunde bekennen, weil das erste Entstehen der organischen Materien und der lebenden Körper ganz ausser dem Bereiche der Erfahrung liegt, wie der Ursprung der unorganischen Körper und der Materie überhaupt. Der letzte Grund oder die End-Ursache des Vorhandenseyns der Bildungskraft ist, wie die Ursache der übrigen Kräfte, der Anziehungs- und Repulsions-Kraft, und deren Modificationen der mechanischen Anziehung, der Schwere, Cohäsion und Adhäsion, sowie der chemischen Anziehung, ein Geheimniss, dessen Tiefe wir, allem Anscheine nach, wie Buffon [2] meint, wohl nie ergründen werden. Wir sehen uns bei der Einrichtung unseres Erkenntniss-Vermögens genöthigt, diese Kräfte anzunehmen, ohne dass wir uns von der Ursache ihres Vorhandenseyns und Entstehens weiter Rechenschaft geben können.

1) Buffon *Hist. natur. T. 2. p. 45. Quelle peut-être la puissance active qui fait que la matière organique pénètre le moule intérieur et se joint, ou plutôt s'incorpore intimement avec lui? Il paraît, qu'il existe dans la nature des forces, comme celle de la pesanteur, qui sont relatives à l'intérieur de la matière, et qui n'ont aucun rapport avec les qualités extérieures des corps, mais qui agissent sur les parties les plus intimes et qui les pénètrent dans tous les points; ces forces ne pourront jamais tomber sous nos sens, parceque leur action se faisant sur l'intérieur des corps, et nos sens ne pouvant nous représenter que ce qui se fait à l'extérieur, elles ne sont pas du genre des choses que nous puissions apercevoir; il faudrait pour cela que nos yeux, au lieu de nous représenter les surfaces, fussent organisés de façon à nous représenter les masses des corps, et que notre vûe pût pénétrer dans leur structure et dans la composition intime de la matière; il est donc évident que nous n'aurons jamais d'idée nette de ces forces pénétrantes, ni de la manière dont elles agissent; mais en même temps il n'est pas moins certain qu'elles existent, que c'est par leur moyen que se produisent la plus grande partie des effets de la nature, et qu'on doit en particulier leur attribuer l'effet de la nutrition et du développement, puisque nous sommes assurés qu'il ne se peut faire qu'au moyen de la pénétration intime du moule intérieur; car de la même façon que la force de la pesanteur pénètre l'intérieur de*

Digitized by Google

toute matière, de même la force qui pousse ou qui attire les parties organiques de la nourriture, pénètre aussi dans l'intérieur des corps organisés, et les y fait entrer par son action.

2) *Hist. natur. T. 2. p. 3: La faculté de produire son semblable, qui réside dans les animaux et les végétaux, cette espèce d'unité toujours subsistante et qui paraît éternelle, cette vertu procréatrice qui s'exerce perpétuellement sans se détruire jamais, est pour nous un mystère dont il semble qu'il ne nous est pas permis de sonder la profondeur.*

§. 322.

Die Bildungskraft, obgleich nur eine und dieselbe Urkraft, scheint durch Verhältnisse, die in dem Entwickelungsgange unseres Planeten lagen, in ihrem Wirken allmählich so modificirt worden zu seyn, dass dadurch die verschiedenen Pflanzen- und Thier-Arten entstanden, in denen sie sich immer wieder auf gleiche Weise äussert und die Keime zu gleichen Wesen hervorbringt, so lange die äusseren Verhältnisse oder Bedingungen dem Wesen nach dieselben sind. Hiefür spricht, dass wir, nach den in den verschiedenen Erdschichten vorkommenden Resten von Gewächsen und Thieren zu schliessen, eine gewisse Reihen- und Stufen-Folge bemerken, und dass bei einer Vergleichung jener Reste von Gewächs- und Thier-Arten der Vorwelt mit den jetz bestehenden viele verschwanden und untergingen, wahrscheinlich in Folge von Veränderungen, die in den cosmischen Verhältnissen statt fanden. Ferner nehmen wir wahr, dass jede Pflanzen- und Thier-Art nur innerhalb gewisser äusserer Verhältnisse besteht, und ihr ein gewisser Aufenthaltsort auf dem Planeten durch die Natur angewiesen ist. Welches aber die Veränderungen und deren Ursachen sind, die unsere Erde im Laufe der Zeiten erfahren hat, ist ein Räthsel, welches die Geologen zu lösen suchen. Ist es ihnen gleich gelungen, mancherlei Veränderungen, durch Feuer und Wasser hervorgebracht, nachzuweisen, so verliert sich die Endursache dieser doch wieder im Gebiete des Unerforschlichen.

§. 323.

Da wir den ersten Ursprung der Bildungskraft, und den letzten Grund ihres Wirkens, wie überhaupt von kei-

Digitized by Google

ner Kraft, zu erkennen im Stande sind, und sie folglich als in ihrer Ursache unerklärt annehmen müssen; so kann unter diesen Umständen die Aufgabe der Physiologie zunächst keine andere seyn, als die Erscheinungen und Wirkungen jener Kraft an den verschiedenen Arten von lebenden Körpern auszumitteln, die Bedingungen, von denen sie abhängen, zu erforschen, und die Gesetze ihres Wirkens aufzustellen, so weit wir es auf dem Wege der Beobachtung, des Versuchs und des besonnenen Nachdenkens zu thun im Stande sind [1].

1) Sehr wahr sagt Swammerdamm (*Biblia naturae T. 2. p. 867*): *Cum Dei Opera iisdem omnia regulis inniti, verasque eorum causas, aut primitivas origines, nobis absolute imperscrutabiles esse, neque hinc revera, nisi extimam simplicis duntaxat umbrae divinorum miraculorum superficiem, a nobis cognosci, manifestissimum sit: hinc pro certissimo habeo, quod omnis Philosophorum cognitio ac sapientia solummodo in accurata perceptione elegantium illorum phaenomenorum sive effectorum, quae a causis primis producuntur, notabilesque vicissim aliorum saepe effectorum causae sunt, unice sita sit. Qua propter omni etiam studio ac industria in id incubendum foret, ut isthaec tandem phaenomena exactissime pernoscamus, et ex his dum firmas positiones, regulas, conclusiones, et ratiocinia, legitime deducamus. Alioquin enim facillime a veritatis tramite aberramus; si quando de Natura quae prorsus inexhausta est, disputantes sufficientibus destituimur experimentis, quae sola viam nobis, in spissima ignorantiae nostrae caligine, haud aliter ac bacillus caeco, praemonstrari possunt et debent. Imo vel nostra ipsorum culpa tunc contingit, ut, quae in rerum natura levi negotio cognoscenda offerunt, non solum obscura nobis, sed etiam inexplicabilia fiant, nostramque hinc inscitiam ac caecitatem potius, quam scientiam, magis magisque augeant.*

Digitized by Google

Achtes Kapitel.

Von der Absonderung der Säfte.

§. 324.

Absonderung dunstförmiger oder tropfbar flüssiger Materien ist eine allen lebenden Körpern zukommende Eigenschaft. Sie ist für die Erhaltung der Einzelwesen, wie für das Fortbestehen der Gattungen gleich wichtig. Die abgesonderten Flüssigkeiten werden entweder den aufgenommenen Nahrungsmitteln zugesetzt, deren Verähnlichung sie bewirken, oder sie werden als wahre Auswurfs-Materien ausgeschieden, um aus den Nahrungsmitteln den Bildungssaft zu bereiten, und diesen in einer Mischung zu erhalten, wie sie die Fortsetzung des Ernährungs-Geschäfts erfordert. In so weit beziehen sie sich auf die Erhaltung der Einzelwesen. Die organischen Körper bereiten ferner während eines gewissen Zeitraums ihres Daseyns Zeugungs-Flüssigkeiten, wodurch die Gattungen Dauer erhalten.

Führen wir in den allgemeinsten Umrissen die abgesonderten Flüssigkeiten der Pflanzen und Thiere auf, geben wir ihre Eigenschaften und Bestimmungen an, und betrachten wir den Bau der ihrer Bereitung vorstehenden Werkzeuge.

I. *Absonderung bei den Pflanzen.*

§. 325.

Die Absonderungen der Gewächse zerfallen in äussere und innere. Erstere, welche die zahlreichsten sind, bestehen hauptsächlich in der Ausscheidung einer dunstförmigen Materie aus den Blättern, zum Behufe der Verähnlichung des rohen Nahrungssafts. Ausserdem werden tropf-

Digitized by Google

barflüssige Auswurfsmaterien verschiedener Art durch Drüschen und Haare entleert. Ferner gehören zu den äusseren Absonderungen die der Zeugungsflüssigkeiten und des Nectars der Blüthen. Als innere Absonderungen sind Säfte anzuführen, die in schlauchartige Räume, in die sogenannten Saftbehälter, ergossen werden. Im Ganzen genommen beziehen sich die Absonderungen bloss auf die Bereitung des Nahrungssafts und das Zeugungsgeschäft.

§. 326.

Die Hauptwerkzeuge einer dunstförmigen Aussonderung sind die Blätter, wie schon früher bei dem Athmen der Gewächse (§. 206) angegeben worden ist. Mariotte, Hales, Duhamel, Bonnet, Martino, Woodward, Knight, L. C. Treviranus u. a. haben durch Versuche eine solche Ausdünstung erwiesen, doch ihre Menge bei den Pflanzen-Arten sehr verschieden geschätzt [1]. So viel ist ausgemacht, dass die Ausdünstung durch den Einfluss des Lichts unterhalten wird, und bei reichlicher Einsaugung von Flüssigkeiten durch die Wurzeln, bei warmer Witterung und Sonnenschein, am lebhaftesten erfolgt. Sie steht in naher Beziehung mit dem Wachsthum und der Energie der Pflanzen, und hat auf ihr Leben einen wesentlichen Einfluss. Erfolgt sie zu stark, so schwächt sie das Wachsthum und erschöpft ihr Leben. Wird sie unterdrückt, so verursacht sie Krankheiten.

Die Ausdünstungs-Materie der dem Lichte ausgesetzten Blätter besteht aus Sauerstoff und Wasser (§. 251). Nach Chevallier's [2] Beobachtungen haucht *Chenopodium vulvaria* auch Ammoniak aus, und W. Sprengel [3] will beobachtet haben, dass manche am Meeres-Ufer wachsende Pflanzen Chlor ausdünsten. Mehrere Giftbäume, *Antiaris toxicaria Lechenault, Hippomane biglandulosa* und andere Euphorbiaceen hauchen scharfe, oder selbst narkotisch wirkende Bestandtheile aus. Lavini [4] fand in der während der Nacht aufgefangenen Ausdünstungs-Materie des *Rhus toxicodendron* gekohltes Wasserstoffgas mit einem scharfen Princip. Die Ausdünstungs-Materie, die besonders im Sonnenscheine entweicht, schlägt sich zuweilen auch tropfbarflüssig nieder, wie dies mit dem sogenannten Thau der Blätter der Fall ist.

Digitized by Google

1) Hales will beobachtet haben, dass eine drei und einen halben Fuss hohe Sonnenblume binnen zwölf Stunden am Tage im Durchschnitt sechszehn Unzen, ein kleiner Weinstock fünf, ein Apfelbäumchen neun, ein Citronenbaum sechs, ein mittelmässiger Kohlkopf drei Unzen ausdünstete. Martino berechnete die Menge der Ausdünstung eines Kohlkopfs binnen vierundzwanzig Stunden auf dreiundzwanzig, eines Maulbeerbäumchens auf achtzehn Unzen, einer Maispflanze auf sieben Drachmen.

2) *Journal de Pharmacie. T.* 10. *p.* 100.

3) Kastner Archiv für die gesammte Naturlehre. B. 7. S. 161.

4) *Recherches sur les émanations délétères qui s'exhalent du Rhus toxicodendron*; im *Journal de Chimie médicale. Juin* 1825. *p.* 249.

§. 327.

Die Blätter mancher Pflanzen sondern auch Wasser in tropfbarflüssiger Form aus. Dies geschieht zuweilen an den Blättern des Pisangs nach Miller's [1] und Bierkander's [2] Beobachtungen. Gleiches nahmen Munting [3] an den Blättern eines *Arum*, Habenicht [4] an denen der *Calla aethiopica*, und L. C. Treviranus [5] an der *Ludolfia glaucescens* wahr. Bei einigen Gewächsen der Arten von *Nepenthes*, *Sarracenia* und *Cephalotus* findet immer eine reichliche Absonderung eines klaren und süssen Wassers in den schlauchförmigen, oft mit einem Deckel versehenen, Blattanhängen statt, wie Grimm [6] und Rumph [7] bei *Nepenthes destillatoria* und *phyllamphora* beobachtet haben. Nach L. C. Treviranus Untersuchungen zeigen die Wandungen des Blattschlauchs der ersteren Pflanze eine grosse Menge von wahren Spiralgefässen und kleiner drüsenartiger Hügel, welche feine Oeffnungen haben, und er hält es für wahrscheinlich, dass hierdurch die Absonderung des Wassers bewirkt werde. Von dem in den hohlen Blättern der Sarracenien vorkommenden Wasser nehmen J. F. Smith [8] und Elliot [9] gleichfalls an, dass es in diesen abgesondert werde. Auch Brown [10] ist der Meinung, das in den Schläuchen des *Cephalotus* vorhandene Wasser von schwachsüssem Geschmack schwitze zum Theil aus dem Schlauche aus. Endlich hat L. C. Treviranus Wasser-Absonderung in der Blüthen-Aehre des *Amomum zerumbet L.* beobachtet. Das Wasser enthielt etwas Schleim und eine Faserstoff ähnliche

Digitized by Google

Materie. Auch in den Blüthenknospen der *Nicandra physaloides* geschieht eine solche Absonderung.

1) Duhamel *Physique des arbres. T.* 1. *p.* 141.
2) Abhandl. der Schwed. Akad. 1773.
3) *Oeffening d. planten. S.* 274.
4) *Flora* 1823. *p.* 34.
5) Ueber die wässerigen Absonderungen blättriger Pflanzentheile; in Zeitschrift für Physiologie. B. 3. S. 72.
6) *Ephem. Nat. Cur. Ann.* 1. *Dec.* 2.
7) *Herb. Amboin. T.* 5. *p.* 122.
8) *Introduct. to Botany. p.* 195.
9) *Sketch of a Botany of South Carolina and Georgia. T.* 2. *p.* 12.
10) Vermischte Schriften. B. 1. S. 147.

§. 328.

Die Blätter mehrerer Bäume, des Ahorns, der Linde, Pappel, Weide, des Oelbaums u. a. sondern in der warmen Jahreszeit bei grosser Trockenheit der Luft und starkem Sonnenschein eine kleberige, Schleim und Zucker enthaltende Materie aus, die unter dem Namen des Honigthaues *(Melligo)* bekannt ist. Ehemals schrieb man diese Absonderung allein den Battläusen zu,[1], nach L. C. Treviranus [2] Untersuchungen ist sie aber vorzüglich als ein Absonderungs-Product der Blätter zu betrachten. Dahin gehört auch die in warmen Ländern erfolgende Absonderung der Manna von Eschen *(Fraxinus ornus)* und Haynbuchen. Zu den tropfbar flüssigen Aussonderungen der Blätter sind ferner zu zählen die harzige Materie der Balsam-Pappel *(Populus balsamica)* und das Wachs der *Myrica cerifera.* Bemerkenswerth ist, dass Gewächse, welche verschiedene ihnen nachtheilige organische oder unorganische Materien mittelst der Wurzeln aufgesaugt haben, sich bestreben, jene Materien durch die Blätter auszuscheiden, wie dies Schübler und Zeller [3] bei ihren Versuchen mit mehreren Salzen wahrgenommen haben.

1) Réaumur *Hist. des Insectes. T.* 3. *P.* 2. *p.* 46.
2) Ueber die süssen Ausschwitzungen der Blätter; Vermischte Schriften. B. 4. S 89.
3) Schweigger's Jahrbücher der Chemie und Physik. 1827. H. 5. S. 54.

Digitized by Google

§. 329.

Zu den Werkzeugen der Aussonderung von Säften sehr verschiedener Art gehören manche, gewöhnlich aus kleinen zusammengedrängten Zellen bestehende und meistens von Gefässen durchzogene Gebilde, welche die Pflanzenkundigen Drüsen nennen. Als Beispiele können aufgeführt werden die kleinen fleischigen, einen kleberigen Saft absondernden Hügelchen der Blattstiele der Kirschbäume und anderer Amygdaleen und Rosaceen, und die warzenartigen Erhabenheiten des Eiskrauts *(Mesembryanthemum crystallinum)*. Häufig stehen die Drüsen mit Haaren in Verbindung, die oft gegliedert sind, aus einer oder mehreren über die Oberfläche sich erhebenden Zellen bestehen, und einen Kanal in ihrer Achse enthalten. Es gibt zwei Arten von absondernden Haaren, solche in denen Drüschen vorkommen *(Pili glanduliferi)*, und solche, welche nur als die Ausführungsgänge von Drüsen *(Pili excretorii)* anzusehen sind. Zu ersteren gehören die *Pili cupulati*, kleine Faden darstellend, die sich mit einer concaven Drüse endigen, wie die Haare von *Cicer arietinum*. Diese sondern nach Deyeux [1] einen sauren, aus Apfelsäure, Essigsäure und Sauerkleesäure bestehenden Saft ab. Letztere Säure fehlt jedoch nicht selten nach Dulong d'Astrafort's [2] Untersuchungen. Ferner zählt man dahin die *Pili capitati*, einfache Faden mit einer kugelförmigen drüsigen Anschwellung, wie bei *Dictamus albus*, und die *Pili polycephali*, bei denen sich jeder ästige Faden mit einem drüsigen Köpfchen endigt, wie bei *Croton penicillatum*. Zu den Haaren, welche Ausführungsgänge von Drüsen sind, die sich an ihrer Grundfläche befinden, werden die Haare der Nesseln und der *Malpighia urens* gerechnet. Ihr Saft ist scharf, wahrscheinlich eine sehr concentrirte Pflanzen-Säure, und tritt nur hervor, wenn die Drüsen durch einen fremden Körper gereizt, berührt oder gedrückt werden. Wahrscheinlich gehören dahin auch die Haare des *Hieracium amplexicaule*, der *Madia viscosa*, der *Nicotiana glutinosa*, des *Hibiscus* u. a., die kleberige und ölige Flüssigkeiten ergiessen.

1) *Journal de Pharmacie. T.* 1. *p.* 131.
2) — — — *T.* 12. *p.* 110.

Digitized by Google

§. 330.

Die Blüthen sondern dunst- und tropfbar-flüssige Materien ab. Dem Lichte ausgesetzt ziehen sie nach Saussure's Versuchen Sauerstoffgas an, und hauchen kohlensaures Gas aus. Wasserstoffgas und Stickgas werden nicht ausgeschieden, wie einige Pflanzen-Physiologen annehmen. Bei den meisten Gewächsen verbreitet die Ausdünstungs-Materie der Blätter zugleich einen eigenthümlichen Geruch, der wahrscheinlich von einem ätherischen Oel herrührt, das theils mit dem Pollen verdünstet, theils von drüsenartigen Wärzchen und Säckchen der Blüthenblätter secernirt wird.

Zu den tropfbar-flüssigen Absonderungen der Blüthen gehört, ausser den Zeugungs-Flüssigkeiten, auf die wir späterhin zurückkommen werden, ein zuckerhaltiger Saft, der in drüsenartigen Gebilden, den Nektarien, abgesondert wird. Solche Gebilde sollen sich nach Soyer-Willemet's Untersuchungen [1], mehr oder weniger deutlich in allen mit Staubfäden und Griffeln versehenen Gewächsen finden. Sie kommen unter sehr verschiedener Form vor, als kleine rundliche Drüsen, als Höcker, Gruben, Poren, Rinnen u. s. w. auf dem Fruchtboden, im Kelch, an der Basis der Blumenblätter, oder der Staubfäden. Der von denselben abgesonderte Saft enthält Zucker, oft in solcher Menge, dass er krystallisirt, wie Odhelius [2] in den Blumen von *Impatiens balsamica* und G. Jaeger [3] in denen von *Rhododendron ponticum* fanden. Die Absonderung des Safts erfolgt bei manchen Gewächsen, wie bei *Musa paradisiaca* und *Hoya carnosa* so reichlich, dass er aus den Blüthen ausfliesst. Ob derselbe für das Befruchtungs-Geschäft der Pflanzen wichtig sey, wie Christian Conrad Sprengel [4], Perroteau [5], Smith [6], Soyer-Willemet u. a. zu erweisen suchten, oder wie Desvaux [7] aus seinen Versuchen über die Wirkung der Zerstörung oder Wegnahme der Nectarien schloss, damit in keiner wesentlichen Beziehung stehe, ist nicht entschieden. Mir scheint der in den Nectarien bereitete Saft, der um so reichlicher abgesondert wird, je wärmer und trockner die Luft ist, durch seine Verdunstung die Befruchtungstheile anzufeuchten, und dadurch in einem zum Befruchtungs-Geschäft nothwendigen Zustand zu erhalten.

Digitized by Google

Vielleicht gibt er auch das Leitungsmittel ab, wodurch der Duft des Pollens auf die Narbe wirkt.

1) *Mém. sur le Nectaire*; in *Annales de la Société Linnéenne de Paris. Mars* 1826. *p.* 1.

2) Abhandlungen der Schwed. Akademie. 1774. S. 363.

3) Ueber das Vorkommen von körnigtem gemeinen Zucker in den Blumen des *Rhododendron ponticum*; in Tiedemann und Treviranus Zeitschrift für Physiologie. B. 2. S. 173.

4) Das entdeckte Geheimniss im Bau und in der Befruchtung der Blumen. Berlin 1793. 4. Er meinte der in den Nectarien abgesonderte Saft trage insofern zum Befruchtungs-Geschäft der Pflanzen bei, als er Insekten anlocke, die sich von ihm nähren, wie die Bienen, Schmetterlinge, manche Fliegen u. a. Beim Aussaugen des Nectars brächten sie den Blüthenstaub auf das Pistill. Diese Meinung hat auch Kurt Sprengel vertheidigt.

5) *Analyse des travaux de la société d'émulation de Poitiers pour* 1803. *p.* 29.

6) *Recherches sur les appareils sécrétoires du Nectar ou du Nectaire dans les fleurs*; in *Annales de la société Linnéenne de Paris. Mars* 1826. *p.* 53.

7) *Introduction to botany. ed.* 3. *p.* 256.

§. 331.

Von den inneren Absonderungen verdient zunächst die der Luft erwähnt zu werden. In vielen Gewächsen kommen im ausgebildeten Zustande mit Luft gefüllte Räume vor, welche Grew als Markhöhlen, Mirbel als Lacunen, Rudolphi[1] als Luftgefässe beschrieben haben. Zu diesen gehören die im Stengel der Gräser vorhandenen, durch Scheidewände abgetheilten und mit einem trocknen Häutchen ausgekleideten, röhrenförmigen Höhlen. Ferner zeigen sich im Marke der Bäume und Sträucher Räume von verschiedener Grösse und Form. Auch in dem krautartigen Stengel, den Blatt- und Blüthen-Stielen vieler Dicotyledonen, z. B. in dem Stengel der Doldengewächse, dem Blüthenstiel des Löwenzahns *(Leontodon taraxacum)*, den Blattstielen der Acacie u. a. finden sich solche Luftbehälter. Besonders gross kommen sie vor in den Stengeln, Blatt- und Blüthen-Stielen mehrerer Wassergewächse, der *Nymphaea*, des *Potamogoton*, der *Trapa natans* u. a. Alle diese im Zellengewebe befindlichen Räume sind bei jungen Pflanzen noch nicht vorhanden, denn das Zellengewebe ist jetzt

Digitized by Google

mit Saft gefüllt. Erst in einem gewissen Alter verschwindet der Saft, die Zellen werden geräumiger und statt des Safts zeigt sich Luft. Ob die Luftbehälter bloss in Folge der mit dem Wachsthum der Pflanzen verbundenen Ausdehnung und Zerreissung der Zellen entstehen, oder ob ihre Bildung und die Absetzung der Luft mit den Vorgängen der Ernährung und Entwickelung in Beziehung steht, ist nicht bekannt. Eben so wenig wissen wir, wie die Luft in sie gelangt, und ob sie durch Gefässe abgesondert wird. Malpighi meinte, sie werde durch die Spiralgefässe dahin geleitet. Andere nehmen an, sie entstehe in Folge einer Zersetzung des tropfbarflüssigen Inhalts des Zellengewebes. In den mit Luft gefüllten Räumen oder in den Intercellulargängen mancher Gewächse mit lockerem Zellengewebe kommen kleine harte und an den Wandungen ansitzende Körper vor, welche De Candolle [1] Nadeln *(Raphides)* genannt hat. Sprengel fand solche Körperchen im Zellengewebe des *Piper magnoliaefolium*, Rudolphi in den Luftgefässen der *Tradescantia* und *Musa*, Kieser in der *Calla aethiopica* und *Aloe verrucosa*, De Candolle der Vater in *Tritoma uvaria*, *Littoea geminiflora*, *Crinium latifolium*, De Candolle der Sohn [2] in *Nyctago jalappae* und den Garten-Balsaminen. Wahrscheinlich sind es kleine Crystalle, die sich aus den Säften bilden.

1) *Organographie végétale. T. 1. p. 126.*
2) *Mém. de la Soc. de Physique de Genève. T. 3. p. 2.*

§. 332.

Die tropfbar flüssigen inneren Absonderungen bieten eine grosse Verschiedenartigkeit dar. Es gehören dahin die in verschiedenen Gewächsen vorkommenden flüchtigen und fetten Oele, das Gummi, die Balsame und Harze, welche oft mit dem Nahrungssafte der Pflanzen verwechselt worden sind. Immer finden sie sich in besonderen, im Zellengewebe enthaltenen Räumen, welches ihre Wandungen bildet, wie Mirbel [1] und L. C. Treviranus [2] dargethan haben. Die Form dieser Saftbehälter ist verschieden; bald sind es kleine Zellen, Bälge oder Säckchen; bald dagegen erscheinen sie als mehr oder weniger lange, blind sich endigende Röhren, Gänge oder Schläuche. Rundliche Zellen

Digitized by Google

oder Bläschen, die ein flüchtiges oder fettes Oel enthalten, liegen unter der Oberhaut im Parenchym der Blätter, der Myrthen, Aurantiaceen, der *Metrosideros* und *Melaleuca*-Arten, der Nadelhölzer und vieler anderer Gewächse, so wie in der Schale der Früchte der Orangen und Citronen. In solchen Zellen der Blätter des *Laurus camphora* wird auch der Campher bereitet. Kurze, an den Enden geschlossene, mit einem flüchtigen Oel gefüllte Röhrchen zeigen sich in den Saamen-Hüllen vieler Doldengewächse, des Kümmels, Anises und Fenchels. Die das Gummi absondernden Gefässe stellen Kanäle dar. Sie kommen im Marke der Linden, in diesem und der Rinde der Malvaceen, in dem Stengel der *Atroma angusta*, in den Blattstielen der *Hybiscus*-Arten vor. Aehnliche Gummi haltende Gänge sind in den Arten von *Rhus*, *Cacalia*, *Aloe* u. a. vorhanden. Balsamige und harzige Flüssigkeiten finden sich in langen, aus einem sehr dichten Zellengewebe bestehenden Schläuchen oder Röhren, den sogenannten Terpentin-Gefässen Grew's, in der Rinde der Nadelhölzer, der Gattungen *Pinus*, *Larix*, *Juniperus*, *Thuja*, *Pistacia*.

Alle diese Säfte scheinen aus dem Nahrungssafte in jene Behälter abgesondert zu werden, um denselben in einer zur Fortsetzung des Ernährungs-Geschäftes tauglichen Mischung zu erhalten. Hier bewegen sie sich weder selbst, noch werden sie bewegt. Bei dem Wachsthum scheinen sie nicht consumirt zu werden. Auch erleiden sie keine wesentlichen Veränderungen. Bei zunehmendem Alter der Gewächse verlieren sich ihre wässerigen Theile und sie **trocknen endlich auf.**

1) *Exposition et défense de ma théorie de l'organisation végétale. Amst.* 1808. *p.* 170.

2) Beiträge zur Pflanzenphysiologie. S. 41. Zeitschrift für Physiologie. B. 1. S. 147.

II. *Absonderung bei den Thieren.*

§. 333.

Zahlreicher und verschiedenartiger als bei den Gewächsen sind die Absonderungen der Thiere. Wir sehen

Digitized by Google

ihre Zahl und Mannigfaltigkeit von den niederen zu den höheren Thieren mit der Combination ihres Baus, und der grösseren Verschiedenartigkeit und Intensität ihrer Lebens-Aeusserungen in Zunahme begriffen. Zur Bestätigung dieser Behauptung wollen wir einen Ueberblick der thierischen Absonderungen geben.

§. 334.

Die abgesonderten Flüssigkeiten zerfallen zunächst, hinsichtlich ihrer Form und Consistenz, in dunst- oder luftartige und tropfbar-flüssige. Zu jenen gehören die Ausdünstungs-Materien der allgemeinen Bedeckungen und der Athmungs-Werkzeuge, sowie die Luft der Schwimmblase der Fische. Tropfbarflüssig, in sehr verschiedenem Grade von Consistenz, sind die zahlreichen übrigen Secreta. Dünnflüssig, doch specifisch schwerer als Wasser, erscheinen das Serum des Zellstoffs, die Flüssigkeit der serösen Häute, der Augenkammern und des Labyrinths des Ohrs, ferner die Thränen, der Urin und der Schweiss. Consistenter und oft fadenziehend sind der Speichel, der pankreatische Saft, die Galle, der Schleim, das Gliedwasser, der männliche Saamen, die Milch u. a. Noch consistenter und nur bei einem gewissen Grade von Wärme flüssig sind die fettartigen Substanzen, der Talg und das Fett des Zellstoffs, das Knochenmark, das Ohrenschmalz und die verschiedenen in grösseren oder kleineren Bälgen der Haut abgesonderten Materien.

§. 335.

Die in tropfbarer Form abgesonderten Flüssigkeiten lassen sich, nach den in ihre Zusammensetzung eingehenden Hauptbestandtheilen, in folgende Classen bringen.

1) Seröse Flüssigkeiten, die dem Blutwasser ähnlich sind, und aus vielem Wasser, etwas gelöstem Eyweissstoff, und den in jenem vorkommenden Salzen bestehen. Zu diesen gehören das Serum des Zellstoffs, die Flüssigkeiten der serösen und Gelenk-Häute, das Fluidum der Augenkammern, der Linsenkapsel und des Labyrinths des Ohrs.

2) Eyweissartige Flüssigkeiten, die sich durch eine grosse Menge Albumens auszeichnen, sind der pankreati-

Digitized by Google

sche Saft, der männliche Samen, die Flüssigkeit der Graafischen Eychen, der Saft der Schilddrüse und Thymus, und ferner die Milch, die aber auch Kässtoff, Fett und mehrere Salze enthält.

3) Schleimige Flüssigkeiten, in denen der Thierschleim den Haupt-Bestandtheil ausmacht, sind der Schleim des Mundes, Rachens, Magens und Darmkanals, der Schleim der Nase und Athmungs-Wege, der Schleim der Harn-Werkzeuge und Zeugungs-Organe, sowie die auf der Haut der meisten im Wasser sich aufhaltenden Thiere abgesonderte Flüssigkeit.

4) Fett- oder Oel-haltige Flüssigkeiten sind der Talg und das Fett des Zellstoffs, das Knochenmark, die in den Haut-Bälgen abgesonderten Flüssigkeiten, das Ohrenschmalz, die Meibomische Flüssigkeit, das fettige Fluidum der Vorhaut und des Eingangs in die weiblichen Genitalien, desgleichen das Bibergeil, der Zibeth, der Moschus, die Flüssigkeit der Analdrüsen, das Oel der Steissdrüse der Vögel, das Wachs der Bienen u. s. w.

5) Viele Salze und meistens eigenthümliche thierische Materien enthaltende Materien sind der Speichel, die Galle, der Harn, die Thränen u. a.

6) Flüssigkeiten, in denen Säuren vorwalten, sind der Schweiss, das Gift der Bienen, die Säfte, welche die Ameisen und mehrere andere Insekten ausspritzen u. s. w.

§. 336.

Berücksichtigen wir die Absonderungen nach ihrer Bestimmung für die thierische Oekonomie, so erscheinen sie in vielfacher Beziehung wichtig für die Erhaltung des Lebens und die Vollziehung verschiedener Verrichtungen. Zunächst lassen sich die abgesonderten Säfte in zwei grosse Classen bringen; in solche, die für die Erhaltung des Einzelwesens, und solche, die zum Fortbestehen der Gattung *(Species)* nothwendig sind. Die ersteren haben während des Daseyns jedes Einzelwesens ihren ununterbrochenen Fortgang. Die letzteren dagegen treten nur während einer gewissen Periode des Lebens ein, und sind auch hier wieder meistens an gewisse Zeiträume des Jahres gebunden.

Digitized by Google

§. 337.

Die auf die Erhaltung der Einzelwesen sich beziehenden Absonderungen zerfallen wieder in zwei Abtheilungen; 1) solche, welche Flüssigkeiten aus der Säftemasse ausscheiden und in die Aussenwelt entleeren; und 2) solche, welche Säfte in Höhlen ergiessen, die hier gewisse Dienste leisten oder Verrichtungen befördern, und dann durch Einsaugung wieder aufgenommen und in die Säftemasse zurückgeführt werden. Jene Flüssigkeiten werden Auswurfs-Flüssigkeiten *(Fluida excreta)*, diese dagegen abgesonderte Säfte *(Fluida secreta)* genannt.

Zwischen den abgesonderten Säften und den Auswurfs-Flüssigkeiten scheint der Unterschied obzuwalten, dass erstere einfache organische Formbestandtheile oder Kügelchen enthalten, die im Speichel, im pankreatischen Safte, in dem männlichen Samen und der Milch aufgefunden worden sind, nicht aber in dem Urin, der Galle, den Thränen u. a. vorkommen.

§. 338.

Zu den ausgesonderten Flüssigkeiten, durch deren Ausscheidung theils manche aus den Nahrungsmitteln in die Säftemasse gelangte, nicht assimilirbare Materien entfernt, theils aber die aus den Organen eingesaugten entbildeten Materien ausgestossen werden, und wodurch folglich die Nahrungs-Flüssigkeit in einer zur Fortsetzung des Ernährungs-Processes tauglichen Beschaffenheit erhalten wird, gehören:

1) Die Ausdünstungs-Materie der Athmungs-Werkzeuge, deren Bestandtheile schon früher angegeben wurden;

2) die Hautausdünstung, der Schweiss und die fett-öl- und schleim-artige Materie der allgemeinen Bedeckungen;

3) der Urin;

4) mehrere Bestandtheile der Galle, wie das Harz, das Fett, der Farbstoff und die Salze der Galle;

5) mehrere Säfte, durch die sich Thiere gegen die Angriffe von Feinden schützen, wie die Dinte der Sepien, der Purpur, die Flüssigkeiten mehrerer Insekten, und das

Digitized by Google

Gift verschiedener Waffen, namentlich des Stachels der Bienen, Scorpionen u. a.;

6) endlich der Saft der Spinnen und einiger Mollusken, aus denen sie Netze bilden.

§. 339.

Die abgesonderten Säfte lassen sich nach ihrer Bestimmung und Wirkung in der thierischen Oekonomie in folgende Gruppen bringen:

1) Säfte, welche den in den Nahrungsschlauch aufgenommenen Nahrungsmaterien zugesetzt werden, und deren Auflösung und Verähnlichung bewirken, wie die früher aufgeführten Verdauungssäfte, der Magen- und Darm-Saft, der Speichel, der pankreatische Saft und zum Theil auch die Galle.

2) Säfte, die sich auf das Assimilations-Geschäft des Milchsafts und der Lymphe im Saugadersystem beziehen. Zu diesen zähle ich die in den Saugaderdrüsen, und in den Drüsen ohne Ausführungsgänge, der Milz, der Schilddrüse und Nebennieren abgesonderten Säfte, welche von Saugadern aufgenommen und jenen Flüssigkeiten zugesetzt werden.

3) In Höhlen ergossene Säfte, die automatisch oder willkührlich vollzogene Bewegungen befördern, wie die Flüssigkeiten der serösen und Gelenk-Häute. Auch kann man das in den Zellstoff abgesetzte Serum dahin rechnen, in wie fern es die Contractionen und Expansionen der Muskeln innerhalb der Zellscheiden befördert.

4) Säfte, welche die Medien in den Sinnes-Werkzeugen abgeben, mittelst welcher die Aussendinge auf die Nerven fortgeleitet werden, um in diesen Erregungen hervorzubringen. Zu diesen gehören die Flüssigkeiten des Augapfels, des Labyrinths des Ohrs, der Schleim der Nase, und zum Theil der Speichel.

5) Säfte, die an verschiedenen Orten in den Zellstoff abgesetzt und aus diesem wieder eingesaugt werden, und zwar unter Verhältnissen, wo es den Thieren entweder an Nahrungsmitteln gebricht, oder sie bei gesteigerten Lebens-Aeusserungen einer grossen Menge von Nahrungs-Substanzen bedürfen. Eine solche Flüssigkeit ist das Fett. Seine

Digitized by Google

Menge nimmt ab während des Hungers, der Winter-Erstarrung, bei der Absonderung des Samens, während der Schwangerschaft und Milch-Absonderung.

§. 340.

Zu der zweiten Classe von abgesonderten Säften, die für die Erhaltung der Gattung nothwendig sind, gehören:

1) Der in dem Ey- oder Keim-Bläschen enthaltene weibliche Zeugungsstoff, sowie die Flüssigkeiten, welche viele Thiere dem Keime zu seiner Ernährung mitgeben, wie das Eyweiss und der Dotter;

2) der männliche Samen;

3) die in den Vorsteher und Cowperschen Drüsen abgesonderten Säfte, welche dem Samen beigemischt werden.

4) Sind dahin die in den Fruchthüllen enthaltenen Säfte zu rechnen.

5) Ist die in den Brüsten der Säugethiere abgesonderte Milch aufzuführen.

6) Endlich sind die mancherlei Säfte hierher zu zählen, woraus die Insekten Hüllen und Behälter für die Eyer bilden, um sie gegen nachtheilige äussere Einwirkungen zu schützen. Auch die Säfte, aus denen die Raupen und andere Larven der Insekten ihre Gespinnste bilden, so wie das Wachs, können dahin gerechnet werden.

§. 341.

Nehmen wir Rücksicht auf die jene sehr verschiedenartigen Säfte absondernden Werkzeuge, und auf die Bedingungen, unter denen die Absonderung erfolgt, so müssen wir zunächst die gefässlosen Thiere, von denen mit einem Blutgefässsystem versehenen, unterscheiden. Bei jenen, manchen Infusorien, den Polypen, Medusen und meisten Eingeweidewürmern besteht die Absonderung in blosser Durchschwitzung oder Aushauchung von Bestandtheilen der in ihrer gleichartigen Substanz enthaltenen Nahrungs-Flüssigkeit auf die beiden Flächen ihres Körpers, ohne dass ein besonderes Absonderungs-Werkzeug nachgewiesen werden kann. Die äussere, auch das Athmen vollziehende, Fläche scheint bloss Auswurfsmaterien abzuscheiden, theils in Dunstform, theils als Schleim, der diese Thiere schlüpfrig

Digitized by Google

erhält. Auf der inneren Fläche der Nahrungshöhle dagegen, welche mit den aufgenommenen Nahrungsmitteln in Berührung kommt, findet, in Folge der durch diese bewirkten Reizung, die Absonderung des auflösenden und assimilirenden Verdauungssaftes statt.

§. 342.

Bei denen mit Blutgefässen versehenen Thieren ist immer das Blut die Quelle der Absonderung, und in ihm sind die Materien zu den verschiedenen Säften enthalten. Gefässe führen den absondernden Organen diese Flüssigkeit zu. Entweder werden Bestandtheile desselben unmittelbar durch die feinsten Verzweigungen der in die absondernden Gebilde eingehenden Gefässe secernirt; oder es sind noch besondere, einen sehr verschiedenen Bau zeigende Werkzeuge, Drüsen genannt, vorhanden, in die sich zahlreiche Blutgefässe vertheilen, welche die Absonderung der Flüssigkeiten aus dem zugeführten Blute, unter Mitwirkung der lebenden Secretions-Organe, zu Stande bringen. Die Absonderung durch feine Gefässe nennt man Aushauchung, die durch Drüsen vermittelte dagegen heisst Glandular-Absonderung. Jene scheint in einer Trennung und Abscheidung gewisser Theile des Bluts zu bestehen; denn die durch Exhalation abgesonderten Flüssigkeiten sind in ihrer Mischung dem Blute am meisten verwandt, und sie können daher als blosse Educte des Bluts angesehen werden. Bei der Absonderung durch Drüsen dagegen liefert das Blut zwar die Materialien zu den abzusondernden Flüssigkeiten, doch erfahren sie durch die Lebens-Aeusserungen des Parenchyms der Drüsen solche Veränderungen in ihrer Mischung und Zusammensetzung, dass sie nicht als blosse Educte des Bluts, sondern vielmehr als Producte desselben zu betrachten sind.

§. 343.

Die durch die feinsten Verzweigungen der Blutgefässe vollzogene Aushauchung erfolgt meistens auf der freien Fläche von Häuten, entweder nach Aussen oder nach Innen, in Höhlen des Körpers. Eine äussere Exhalation ist die bei den meisten Thieren vorkommende Haut-Ausdünstung; so wie die auf Anhängen der Haut, den Kiemen, vor sich gehende Ausscheidung von Kohlensäure. Zu den in-

Digitized by Google

neren Exhalationen gehören die Ausdünstungs-Materie der Lungen und Tracheen, ferner die auf der innern Fläche aller Schleimhäute stattfindende Absonderung einer dünnflüssigen, nicht schleimigen, wässerigen Flüssigkeit, und die Absonderung der Flüssigkeiten der serösen und Gelenk-Häute. Auch die Absonderung der Flüssigkeiten des Augapfels und des Labyrinths des Ohrs erfolgt durch Exhalation. Absonderung durch Aushauchung geschieht endlich im Zellstoff, namentlich wird die Serosität und das Fett auf diese Weise abgesondert.

§. 344.

Die Drüsen bieten in ihrem Baue viele Verschiedenheiten dar. Sie lassen sich in blosse Bälge, Säcke oder blind sich endigende Höhlen, in hohle cylindrische oder ästig sich verzweigende Gefässe, und in eigentliche Drüsen oder Drüsen im engeren Sinne des Worts, abtheilen.

Jene, die Bälge stellen Grübchen oder Höhlchen *(folliculi, s. cryptae)*, von verschiedener Grösse und Form dar, in deren Wandungen sich dichte Netze von feinen Blutgefässen verzweigen, welche der Absonderung vorstehen. Die abgesonderte Flüssigkeit verweilt eine Zeit lang in denselben, und wird bei Reizungen, die sie treffen, durch kleine Oeffnungen ergossen. Solche Höhlchen kommen in allen Schleimhäuten vor. Sie werden Schleimdrüschen, Schleimsäcke *(Glandulae muciparae, Folliculi mucosi)* genannt, weil sie den Schleim dieser Häute absondern. Bald sind sie vereinzelt, bald liegen sie in Haufen beisammen. Erstere, die einfachen, finden sich als rundliche, plattgedrückte Höhlchen, mit einer einzelnen Mündung auf dem Gaumen, der Zunge, in der Luftröhre und Speiseröhre, im Magen und Darmkanal der meisten Thiere. Auch kommen sie vor in der Schleimhaut der Gallengänge und Gallenblase, in den Harnleitern und der Harnröhre, so wie in der Schleimhaut der Mutterscheide. In Haufen beisammen liegende Schleimbälge sind die Mandeln, die Drüsen des Magens des Biebers und Pangolins, die des Drüsen-Magens der Vögel, und die im Darmkanal vorhandenen Peyerschen Drüsen. Ferner müssen die Vorsteher- und Cowperschen-Drüsen dahin gezählt werden.

Digitized by Google

In den allgemeinen Bedeckungen sind dergleichen Höhlchen oder Säcke häufig. Sie sondern eine fettige oder ölige Materie ab, die sie nach aussen entleeren, und werden Schmier-Höhlen *(Cryptae sebaccae)* oder Fettdrüsen genannt. Es gehören dahin die Fettdrüschen der Augenlieder, die Ohrenschmalz-Drüschen, die Aftersäcke, die an den Genitalien vorkommenden und fettige Materien absondernden Höhlen, der Moschusbeutel, sowie die das Bibergeil und Bieberöl, das Zibeth u. s. w. secernirenden Bälge.

§. 345.

Mehr oder weniger lange, und enge Schläuche oder ästige Kanäle stehen der Absonderung der Säfte in den Insekten vor. Die Speichel und Galle absondernden Gefässe erscheinen als blosse Anhänge des Nahrungs-Kanals. Eine ähnliche Form zeigen die Samen-Gefässe, die Eyröhrchen, und die Spinn-Gefässe. Dass diese Schläuche mit ihren Endigungen den Stoff zu den abzusondernden Säften aus der Nahrungs-Flüssigkeit aufnehmen, welche durch die Wandungen des Darmkanals in die Höhle ihres Körpers ergossen werde, wie Cuvier zu behaupten suchte, ist unwahrscheinlich, seitdem ein vollständiges Blutgefässsystem in diesen Thieren entdeckt worden ist. Wir müssen vielmehr annehmen, dass die feinsten Verzweigungen der Blutgefässe mit jenen absondernden Kanälen in Verbindung stehen, wie J. Mueller [1] an den Eyröhren der Mantis-Arten bemerkt hat. Den absondernden Schläuchen der Insekten sind die Samen-Gefässe und Eykanäle mancher Würmer ähnlich. Bei den Gräten-Fischen können die hohlen, schlauchartigen Pförtner-Anhänge hierher gezählt werden.

1) Ueber eine unentdeckte Verbindung des Rückengefässes mit den Eyerstöcken bei den Insekten; in Nov. Act. Acad. Nat. Cur. Vol. 12. P. 2.

§. 346.

Die eigentlichen oder zusammengehäuften Drüsen *(Glandulae conglomeratae)*, wie die Speicheldrüsen, die Leber, die Nieren u. a., welche in den Wirbelthieren und Mollusken der Absonderung von Säften vorstehen, bieten in ihrer Gestalt, Farbe, Consistenz und Textur viele Verschiedenheiten dar. Im Allgemeinen sind es mehr oder weniger abgerundete und gelappte hohle Organe, denen eine ästige

Digitized by Google

Schleimhaut zur Grundlage dient, und auf der sich sehr zahlreiche Verzweigungen von Arterien, Venen, Saugadern und Nerven verbreiten, die durch Zellstoff verbunden sind. Da, wo sich die Arterien in ihre feinsten Verzweigungen auflösen und in Venen übergehen, bilden sie meistens durch ihre netzartigen Verflechtungen Knäuel und eigens geformte kleine Massen, die man Drüsenkörner *(Acini)* nennt. Aus diesen nehmen zarte Gefässe, die Wurzeln der Ausführungsgänge ihren Ursprung, welche mit den feinsten Zweigen der Arterien in freier Verbindung stehen, wenigstens ist eine solche in der Leber und den Nieren nachgewiesen. Diese aus den Drüsenkörnern hervortretenden, den aus dem Blute abgesonderten Saft wegleitende Gefässe vereinigen sich zu Reisern, Zweigen, Aesten und Stämmen, und verbinden sich mit einer Schleimhaut oder den allgemeinen Bedeckungen. Mit diesen treten sie in eine solche unmittelbare Verbindung, dass sie als ästige Anhänge dieser angesehen werden können. Drüsen, deren Ausführungsgänge abgesonderte Säfte auf die Schleimhaut des Nahrungsschlauchs ergiessen, und ästige Anhänge dieser darstellen, sind die Speicheldrüsen, das Pankreas und die Leber. Den ausführenden Gefässen der Nieren liegt eine eigene Schleimhaut zum Grunde, die sich mit dem Endstücke des Darmkanals oder mit der Schleimhaut der Zeugungs-Werkzeuge verbindet. Der in den Hoden abgesonderte Samen, so wie die in den Eyerstöcken gebildeten Keim-Bläschen werden in eine besondere Schleimhaut entleert, die bei mehreren Thieren gleichfalls mit der des Nahrungsschlauchs verbunden ist. Drüsen, deren Ausführungskanäle auf die äussere Haut ausmünden, und deren Schleimhaut an den Mündungen in die allgemeinen Bedeckungen übergeht, sind die Brüste, und die mit der Bindehaut des Auges verknüpften Thränendrüsen. In einigen absondernden Apparaten bilden die Ausführungsgänge noch Erweiterungen, oder eigene Behälter, in denen sich die abgesonderten Säfte ansammlen und eine Zeit lang verweilen. Behälter der Art sind die Gallenblase, die Urinblase, die Samenblasen und die Milchschläuche. Den Ausführungsgängen und ihren Erweiterungen liegt immer eine von den abgesonderten Säften bespühlte Schleimhaut zum Grunde. Auf der äusseren Fläche dieser

Digitized by Google

findet sich entweder eine wahre Muskelhaut, oder ein der Faserhaut der Blutgefässe ähnliches Gewebe, durch deren Irritabilität oder Contractilität die abgesonderten Säfte fortbewegt werden.

§. 347.

Es lässt sich ferner noch eine Abtheilung von Drüsen ohne Ausführungsgänge unterscheiden, die Saugaderdrüsen, welche aus einer Verflechtung von ein- und austretenden Saugadern bestehen, zwischen welchen sich Blutgefässe aufs feinste vertheilen. Wahrscheinlich werden dem zugeführten Milchsafte und der Lymphe bei dem Durchgang durch die Geflechte Bestandtheile des arteriellen Bluts beigemischt, die zu ihrer Verähnlichung beitragen. Zu den Drüsen des Lymphsystems zähle ich auch die an Saugadern, Blutgefässen und Nerven ungemein reiche Milz, in der eine gerinnbare Flüssigkeit aus dem Arterien-Blute bereitet, von den Saugadern aufgenommen und in den Milchbrustgang ergossen wird. Vielleicht sind die Nebennieren, die Schilddrüse und Thymus gleichfalls dahin zu rechnen.

§. 348.

Die Anordnung der Arterien in den Drüsen bietet sehr viele Verschiedenheiten dar. In einigen Drüsen sind die feinen Arterien mehr gerade, in anderen vielfach geschlängelt; in einigen erscheinen sie als Bäumchen, in anderen bilden sie Pinsel, und in noch anderen stellen sie stern- oder strahlige Ausbreitungen dar. Auch ihr Durchmesser ist sehr verschieden. Da die Vertheilung der Gefässe in den verschiedenen Drüsen mit der Beschaffenheit der von ihnen abgesonderten Säfte in einer gewissen Beziehung zu stehen scheint; so ist es nicht unwahrscheinlich, dass sie auf die Vorgänge des Absonderungs-Processes Einfluss hat, wiewohl hierüber noch nichts sicheres ausgemittelt ist. Die Venen der Drüsen zeigen sich ebenfalls verschieden. In einigen sind sie mehr gerade, in anderen vielfach geschlängelt und Netze bildend. In manchen Drüsen ist die Verbindung mit den Arterien durch feine Injectionen leicht nachzuweisen, indem die Einspritzungsmasse dieser in jene übergeht, während die bei anderen schwierig ist. Diese mechanische Anordnung ist vielleicht nicht ohne Wichtig-

Digitized by Google

keit für die Absonderung, inwiefern sie auf die schnellere oder langsamere Zu- und Ab-Leitung des Bluts einen Einfluss hat. Die verschiedene Menge der in den Bau der Drüsen eingehenden Saugadern, und die reichliche Aufnahme von wässerigen oder anderen Bestandtheilen der abgesonderten Säfte mögen gleichfalls ihren Antheil an der Beschaffenheit dieser haben. Was endlich die in die Drüsen sich vertheilenden Nerven anlangt, die meistens aus Nervenknoten ihren Ursprung nehmen, so ist auch diesen ein wichtiger, wiewohl noch nicht erkannter Einfluss auf das Sekretions-Geschäft zuzuschreiben. Vielleicht wird in den Nerven ein imponderabeles Agens erzeugt, das gleich der galvanischen Elektricität, Veränderungen in dem, zu den Drüsen geführten, und die feinsten Gefässnetze durchströmenden Blute hervorbringt, und es zur Absonderung geschickt macht, wie Wollaston, Berzelius, Brodie, Wilson Philipp u. a. angenommen haben. Erwiesen ist es wenigstens, dass Nerven-Reizungen und die Zustände des Nervensystems bei Gemüths-Bewegungen und in Krankheiten vielfach die Thätigkeit der Drüsen und ihre Absonderungs-Producte verändern. Doch hierauf werden wir bei der Lehre von der Absonderung der Säfte im Menschen zurückkommen.

§. 349.

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen über die Absonderung der Säfte und die ihr vorstehenden Werkzeuge wollen wir noch die Auswurfs-Flüssigkeiten betrachten, die so viele Eigenthümlichkeiten darbieten, dass jede Thierart als eine Werkstätte besonderer, in Begleitung ihrer Lebens-Aeusserungen eintretenden, Mischungs-Veränderungen anzusehen ist. Von der Absonderung der Verdauungssäfte und ihrem Antheile am Assimilations-Geschäfte wurde bereits früher gehandelt, und von den Zeugungs-Flüssigkeiten wird späterhin die Rede seyn. Ausser der Ausdünstungs-Materie der Athmungs-Werkzeuge und der Galle gehören zu den Excretionen die auf den allgemeinen Bedeckungen ausgeschiedenen Flüssigkeiten, ferner der Harn, die Dinte der Sepien und der Purpur, desgleichen die Spinnmaterie verschiedener Insekten und Mollusken, und endlich mehrere Gifte. Diese Flüssigkeiten werden aus dem venösen oder

Digitized by Google

aus dem arteriellen Blute ausgesondert. Aus ersterem wird vorzüglich die Ausdünstungs-Materie der Athmungs-Organe und die Galle der Wirbelthiere ausgeschieden. Aus dem Arterien-Blute dagegen werden der Harn und die übrigen Auswurfs-Flüssigkeiten bereitet. Bei den in der Luft lebenden Thieren findet reichliche Aussonderung durch Verdünstung in den Werkzeugen des Athmens und auf der Haut statt; während bei den im Wasser sich aufhaltenden Thieren verhältnissmässig mehr Auswurfsmaterien durch die Leber und die Nieren entleert werden.

§. 350.

Die Haut aller in der Luft lebenden Säugethiere, Vögel und Amphibien, der Mollusken des festen Landes und wahrscheinlich die der Insekten, wenn sie weich ist, dünstet Wasser mit Kohlensäure aus. Nach Edwards[1] Versuchen erfolgt die Ausdünstung vorzüglich stark bei den Amphibien mit nackter Haut, den Fröschen, Kröten und Salamandern, so dass sich ihr Leben, bei längerem Verweilen in einer sehr trocknen Luft, in Folge des grossen Verlusts von Flüssigkeiten, bald erschöpft. Im Allgemeinen wird die Haut-Ausdünstung der Thiere durch Wärme und Trockenheit der Luft, sowie wenn sie einem Luftzug ausgesetzt sind, vermehrt, und sie nehmen mehr an Gewicht ab, als in einer kühlen, feuchten und nicht bewegten Luft. Verminderter Luftdruck hat ebenfalls Steigerung der Haut-Ausdünstung zur Folge, wie Edwards an Fröschen wahrnahm, die er unter den Recipienten der Luftpumpe gebracht hatte.

Ausserdem werden auf der Haut der in der Luft sich aufhaltenden Thiere auch tropfbarflüssige Materien ausgesondert. Zu diesen gehört bei den Säugethieren, mehreren Affen, Wiederkäuern, schweinsartigen Thieren und den Einhufern der Schweiss, eine saure, meistens freie Essigsäure und verschiedene Salze enthaltende Flüssigkeit, deren Aussonderung bei grosser Wärme der Luft und bei starken Bewegungen der Thiere statt hat. Mit Pelz bedeckte Thiere, oder solche, die ausser den längeren Haaren, noch kurze, feine, flaumartige besitzen, wie die Raubthiere, Nagethiere u. a., schwitzen nicht. Auch die Vögel sondern keinen Schweiss ab, so wie die mit Schuppen und

Digitized by Google

Schilden bedeckten Amphibien. Ferner werden bei Säugethieren, Vögeln und Amphibien fett- oder öl-artige Flüssigkeiten auf der Haut abgesondert.

1) *Influence des agens physiques sur la vie. p.* 84. 131.

§. 351.

Fettige, mehr oder weniger stark riechende Materien exhalirende, Auswurfs-Stoffe, welche um die Thiere eine eigenthümliche Atmosphäre verbreiten, werden auf der Haut der meisten, in der Luft sich aufhaltenden Säugethiere in einfachen oder zusammengesetzten Bälgen ausgesondert, wie Tyson[1] zuerst dargethan hat. Abgesehen, dass das Blut durch ihre Ausscheidung in einer zur Ernährung tauglichen Mischung erhalten zu werden scheint, tragen sie zur Conservation der Bedeckungen bei, und schützen sie gegen das Eindringen von Feuchtigkeiten. Ferner werden die Thiere durch die riechenden, oft weit in der Luft sich verbreitenden flüchtigen Exhalationen in den Stand gesetzt, sich auszuwittern und aufzusuchen. Besonders reichlich erfolgt ihre Aussonderung zur Begattungs-Zeit, und es ist daher nicht unwahrscheinlich, dass die Thiere durch die Wirkung der flüchtigen Materien auf das Nervensystem mittelst der Geruchs-Organe zur Vollziehung des Begattungsactes aufgereizt werden. Die höchst verschiedenartig riechenden Ausdünstungs-Materien scheinen ausserdem, je nachdem die Thiere durch dieselben angenehm oder unangenehm afficirt werden, die mancherlei zwischen ihnen obwaltenden Sympathien und Antipathien zu unterhalten. Viele Thiere endlich werden durch ihre Ausdünstung gegen die Angriffe ihrer Feinde und Verfolger geschützt. Solche Materien aussondernde Drüsen-Bälge kommen an verschiedenen Stellen der Haut vor, die wir ihrer merkwürdigen Absonderungs-Producte wegen etwas näher betrachten wollen.

1) *In* Plott's *Natural History of Oxfordshire. Cap.* 9. *p.* 325. *On scent bags.*

§. 352.

Mehrere Säugethiere haben besondere Drüsen-Bälge am Kopfe. Bei den Elephanten-Arten, sowohl den männlichen als weiblichen Thieren, liegt in der Schläfen-Gegend

Digitized by Google

unter der Haut, eine grosse platte und rundliche Drüse, aus einer schwammigen, von vielen Blutgefässen durchzogenen Masse bestehend. In ihr finden sich einige sackartige Höhlen, die sich zu einem gemeinschaftlichen Ausführungsgang verbinden, dessen Mündung an den Schläfen zwischen dem Ohre und Auge sichtbar ist [1]. In diesen Drüsen wird eine kleberige, fettige und übelriechende Flüssigkeit ausgesondert, die, wie schon Strabo, Arianus u. a. anführen, zur Brunstzeit reichlich ausfliesst, bei dem Manne jedoch in grösserer Menge als beim Weibe.

In der Haut des Antlitzes der Fledermäuse, namentlich der gemeinen und Speck-Fledermaus *(Vespertilio murinus, noctula)*, findet sich unterhalb der Augenhöhlen, zu beiden Seiten neben der Nase, ein platter, braungelber Drüsensack, der im Innern durch mehrere Lamellen in kleine Zellen abgetheilt ist. Aeusserlich erblickt man eine rundliche Oeffnung, aus der beim Druck des Sacks eine gelbbraune, sehr stark nach Bisam riechende, fettige Flüssigkeit ausfliesst. Von ihr rührt der den Fledermäusen eigenthümliche Geruch her. Eine ähnliche Drüse habe ich an derselben Stelle beim zweizehigen Ameisenfresser *(Myrmecophaga didactyla)* wahrgenommen. Beim Murmelthier sah ich in der Haut des Antlitzes mehrere kleine Schmierhöhlen, die eine fettige, sehr stark nach Knoblauch riechende Flüssigkeit secerniren. Einen solchen Geruch verbreitet das Thier, wenn es gereizt wird, wie ich an gezähmten Thieren beobachtet habe.

Bei vielen Wiederkäuern, namentlich den Thieren des Hirsch-Geschlechts und vielen Antilopen kommt unter dem inneren Augenwinkel jeder Seite eine Grube vor, zu der eine Spalte führt, und deren Haut mit Bälgen besetzt ist, welche eine ansehnlich consistente, kleberige, fettartige Flüssigkeit absondern. Man hat jene Gruben sehr uneigentlich Thränenhöhlen genannt.

1) Perrault *(Mémoires pour servir à l'histoire naturelle des animaux. T. 3. P. 3. p. 138)* und P. Camper *(Description anatomique d'un Eléphant mâle. Paris 1802. fol. Pl. 10. Pl. 11. Fig. 1)* haben sie beschrieben.

2) Meine Beschreibung der Hautdrüschen einiger Thiere; in Meckel's deutschem Archiv für die Physiologie. B. 2. S. 112. Taf. 2. Fig. 9 10.

Digitized by Google

§. 353.

Die Bisam-Schweine *(Dicotyles torquatus* und *labiatus)* haben auf dem Rücken einen ovalen, aus drüsigen Wänden bestehenden Sack, dessen rundliche Oeffnung zwischen den Borsten nach aussen mündet, wie Tyson [1] zuerst gezeigt hat. Die in demselben abgesonderte fettige Flüssigkeit riecht nach Azara's [2] Angabe wie Nelken.

1) *Philos. Transact.* 1683. *p.* 359. *Tab.* 1. *Fig.* 3. 4. Daubenton in Buffon *Hist. natur. T.* 5. Seifert in *Spicileg. adenologic. Berolin.* 1823. *Tab.* 2.

2) *Voyage. T.* 1. *p.* 248.

§. 354.

Einige Säugethiere haben an den Seiten des Rumpfs oder auf der Brust liegende Drüsen-Bälge. Bei den Spitzmäusen *(Sorex)* nimmt man an den Seiten des Körpers in der Haut, unter den Haaren versteckt, ein Absonderungs-Organ wahr, dessen Pallas [1] zuerst erwähnt, und das von Geoffroy Saint-Hilaire [2] genauer untersucht worden ist. Es besteht aus einer grossen, platten, eyförmigen Masse, welche aus vielen Drüsenkörnern zusammengesetzt ist. Aeusserlich ist sie mit kurzen und steifen Haaren besetzt. Die in derselben abgesonderte Flüssigkeit verbreitet einen sehr durchdringenden, bisamartigen Geruch, und scheint durch mehrere Poren zu exhaliren. Aehnliche Drüsen finden sich in der Haut des Maulwurfs, der auch nach Moschus riecht. Die grosse Beutelratte *(Didelphis marsupialis)* hat auf der Brust einen gelben Flecken, aus welchem eine röthliche, fettige Flüssigkeit ausschwitzt, die in Hautdrüsen secernirt wird.

1) *Act. Ac. Petropolit.* 1781. *T.* 2. *p.* 343.

2) *Sur les glandes odoriférantes des musaraignes;* in *Annal. du Mus. T.* 21. *p.* 299. *Pl.* 15.

§. 355.

Bei den meisten Thieren aus der Ordnung der Raubthiere, Nager und Beutelthiere liegen am Ende des Mastdarms unter der Haut und den Schliessmuskeln des Afters rundliche oder ovale Bälge, die Analdrüsen. Grew [1] hat sie von mehreren fleischfressenden Thieren beschrieben

Digitized by Google

und abgebildet. Sie sondern eine mehr oder weniger consistente, weissliche, gelbliche, fett- oder talg-artige Materie ab, die aus jedem Balge durch eine kleine Oeffnung an den Rand der Hautfalten des Afters entleert wird. Die Entleerung erfolgt vorzüglich beim Abgang der Excremente, doch können manche Thiere dieselbe auch willkührlich vornehmen, wenn sie gereizt werden. Die Flüssigkeit verbreitet gewöhnlich einen starken Geruch, der bei jeder Thierart eigenthümlich ist. Meistens zwei solcher Drüsen besitzen die Thiere des Geschlechts der Katzen [2], Hunde [3], Marder [4], Zibeththiere [5], Ichneumons [6], Rüsselträger [7], Waschbären [8], Fischottern [9] u. a. In Nagethieren kommen Analdrüsen beim Stachelschwein [10], den Savien *(Cavia)* [11], dem Murmelthier [12] u. a. vor. In verschiedenen Beutelthieren endlich sind ebenfalls Afterbälge beobachtet worden. Cowper [13] sah sie beim Virginischen Beutelthier, in dem sie auch Daubenton [14] und Vicq-d'Azyr [15] fanden. Die beiden Afterdrüsen enthalten eine gelb-grüne, höchst unangenehm riechende Flüssigkeit, die sie von sich geben, wenn sie beunruhigt werden. Auch das Cayopollin *(Didelphis philander)* besitzt solche.

1) *The comparative anatomy of stomachs and Guts. Musaeum.* Tab. 23. von der Katze, dem Hunde, dem Iltis u. a.

2) Bei dem Löwen eine gelbliche, sehr übelriechende Flüssigkeit absondernd (Daubenton in Buffon *Hist. natur. T.* 9. *p.* 32. *Pl.* 4. *Fig.* 1), beim Tiger (Perrault *Mém. T.* 3. *P.* 3. *p.* 10. *Pl.* 2), Panther (Daubenton a. a. O. p. 183. Pl. 16), Couguar (ib. p. 225).

3) Die Flüssigkeit ist weisslich und riecht widerlich, sie ertheilt den Hunden einen eigenthümlichen Halor.

4) Beim *Mustela foina* und *martes* ist es eine dicke, gelbliche Flüssigkeit, die dem Geruche des Moschus ähnelt, wonach auch die Excremente dieser Thiere riechen (Daubenton T. 7. p. 170. Pl. 19. Fig. 1), bei *Mustela putorius, furo, erminea* ist das Fluidum blass citronengelb und sehr übelriechend.

5) Perrault a. a. O. T. 3. P. 1. p. 163.

6) Cuvier *Anat. comparée. T.* 5. *p.* 258. Hier ist es eine grosse den After umgebende Tasche, in die sich viele Bälge öffnen, die theils eine gelbe, theils weissliche, fettige Flüssigkeit secerniren.

7) Die fettige weissliche Flüssigkeit fand ich beim braunen Coati sehr stinkend.

8) Die Flüssigkeit ist gelblich und höchst übelriechend.

9) Daubenton T. 6. p. 278. Pl. 42. 43. In den beiden grossen

Digitized by Google

Analdrüsen der gemeinen Fischotter fand ich eine schmutzig weisse, fast wie Fischthran riechende Flüssigkeit.

10) Beim gemeinen Stachelschweine kommen gegen ein Dutzend kleine Drüschen am After vor (Perrault *Mém. T.* 3. *P.* 2. *p.* 41). Das in denselben enthaltene Fluidum ist weisslich, sehr consistent, und riecht nach meinen Beobachtungen vollkommen wie Buchs.

11) Das gemeine Aguti *(Cavia aguti)* hat zwei sehr grosse, am After sich öffnende Bälge, die eine gelbgrüne, höchst widerlich lauchartig riechende Flüssigkeit absondern. Ein Thier, welches ich hatte, spritzte dieselbe aus, sobald es in Furcht gerieth. Aehnliche Säcke finden sich beim *cavia capybara*, *cobaya*, u. a.

12) Beim Murmelthier sah ich zwei Analdrüsen, die eine weissliche, sehr übelriechende Flüssigkeit enthielten. Wiederholt habe ich wahrgenommen, dass gereizte und in Angst gerathene Thiere einen widerlichen Geruch verbreiteten, indem sie den After nach aussen stülpten, so dass die Analdrüsen hervortraten.

13) *Philosoph. Transact. Y.* 1704. *p.* 1568. *Fig.* 3.

14) Buffon *Hist natur. T.* 10. *p.* 324. *Pl.* 49.

15) *Anatomie du Sarigue;* in *Oeuvres T.* 5. *p.* 335.

§. 356.

Bei den Hyänen, den männlichen Thieren sowohl als weiblichen, zeigt sich zwischen dem After und Schwanz eine Querspalte, die zu einer Tasche führt. Diese ist von einer Muskelhaut umgeben, welche zugleich vier grosse, traubenartige gelappte Drüsen einschliesst. Die vorderen Drüsen stehen nach Daubenton's [1] Untersuchungen mittelst zweier Ausführungsgängen mit der Tasche in Verbindung, während sich die hinteren mit zahlreichen Mündungen in dieselbe öffnen. Die in der Tasche enthaltene Flüssigkeit ist grau, von der Consistenz der Pommade und riecht wie verdorbener Käse. Der Dachs hat eine ähnliche, nur kleinere Tasche, in die sich mehrere linsenförmige Drüschen öffnen [2], und nach meinen Untersuchungen eine gelbliche, fettige, wie frischer Honig riechende Flüssigkeit ergiessen Am Schwanze des Fuchses, einige Queer-Finger oberhalb der Wurzel, befindet sich, wie schon Caspar Bartholin [3] wahrnahm, eine Stelle, wo die Haare nach Veilchen riechen. Hier wird in mehreren kleinen Bälgen eine fettartige Flüssigkeit abgesondert, die jenen Geruch exhalirt. Beim russischen Desman *(Mygale moscovitica Cuv.)*, der einen starken zibetartigen Geruch verbreitet, fand Pallas [4] am An-

Digitized by Google

fange des Schwanzes zwischen den Schuppen, zwei Reihen von vierzehn bis sechszehn Drüschen, die ein consistentes Fett secerniren, von dem jener Geruch herrührt.

1) Buffon *Hist. natur. T.* 9. *p.* 287. *Pl.* 28. 29.

2) Ebend. *T.* 7. *p.* 118. *Pl.* 8. 9. *Fig.* 7.

3) *Acta medica Hafniens. T.* 3. *p.* 32. *Obs.* 21. *De caudae vulpinae odore violaceo.*

4) *Acta Petropol.* 1781. *T.* 2. *p.* 329.

§. 357.

Einige Säugethiere haben Drüsenbeutel zwischen dem After und den Geschlechtstheilen. Die männlichen und weiblichen Zibetthiere *(Viverra)* haben zwischen dem After und den Geschlechtstheilen eine Spalte, die zu einem Sacke führt. Von diesem gehen zwei Schläuche aus, in denen sich eine grosse Anzahl von Bälgen öffnen, die aus kleinen hohlen Drüschen zusammengesetzt sind, wie Perrault [1], Th. Bartholin [2], Morand [3], Daubenton [4] u. a. wahrgenommen haben. Die in denselben abgesonderte Flüssigkeit, das Zibet, besteht nach Boutron-Charlard's [5] Untersuchungen aus freiem Ammoniak, einer fetten Substanz (Elein und Stearin), Schleim, Harz, flüchtigem Oel, einem gelben Farbstoff und einigen Salzen. Dahin gehört ferner der bei dem Stinkthier *(Mephitis)* an derselben Stelle vorkommende Sack, in den sich nach Mutis [6] die Ausführungsgänge zweier grossen, aus vielen kleinen Bälgen bestehenden Drüsen öffnen. Aeusserlich sind sie von einer dicken Muskelhaut überzogen, so dass das Thier, wenn es gereizt wird, die Flüssigkeit weit ausspritzen kann. Dieselbe ist dunkelgelb, und exhalirt einen höchst widerlichen, knoblauchartigen Geruch. Sie besteht, wie Lassaigne [7] fand, aus einem sehr starkriechenden flüchtigen und fetten Oel, einer färbenden Materie, etwas Schwefel und einer kleinen Menge hydrothionsaurem Ammoniak.

1) *Mém. T.* 3. *P.* 1. *p.* 162. *Pl.* 24.

2) *Anatome civettae;* in *Hist. anat. Cent.* 4. *hist.* 1. *p.* 199.

3) *Observations sur le sac et le parfum de la Civette;* in *Mém. de l'Ac. des Sc.* 1728. *p.* 568.

4) Buffon *Hist. nat. T.* 9. *p.* 323. *Pl.* 32.

5) *Journal de Pharmacie.* 1824. *T.* 10. *p.* 357.

6) Abhandlungen der Schwedischen Akademie. B. 32. S. 68.

7) *Annales de Chimie et de Physique.* 1821. *T.* 16. *p.* 384.

Digitized by Google

§. 358.

Bei allen Säugethieren wird eine fett- oder talg-artige, meistens einen eigenthümlichen Geruch verbreitende Materie auf die Eichel der Ruthe und der Clitoris unter die Vorhaut, und bei weiblichen Thieren auch zwischen die Schaamlippen ergossen, welche in kleinen einfachen Schmierhöhlen abgesondert wird. Bei manchen finden sich aber auch grosse, mit drüsenartigen Wänden versehene, fett- oder öl-artige Substanzen absondernde Bälge, welche ihre Flüssigkeit an jenen Ort durch Ausführungsgänge entleeren. Sie sind entweder nur dem männlichen Geschlechte eigen, oder kommen bei beiden Geschlechtern vor.

A) Nur bei männlichen Thieren sich zeigende Bälge.

Zu diesen gehört der Moschusbeutel, von dem Pallas [1] eine genaue Beschreibung gegeben hat. Der grosse ovale Sack liegt unter der Haut des Bauchs hinter dem Nabel. Ueber seine untere Fläche zieht sich in einer Rinne das vordere Ende des männlichen Glieds hin. Er besteht aus drei Lagen von Häuten, einer äusseren Zellhaut, in die sich einige Fleischbündel ausbreiten, aus einer von vielen Blutgefässen durchzogenen Haut, und aus einer inneren weichen Haut, die zahlreiche Falten und Runzeln bildet. Die kleine rundliche Oeffnung des Beutels, von borstenartigen Haaren umgeben, befindet sich dicht vor der Mündung der Vorhaut. In ihrer Umgebung liegen einige Talgdrüsen. Beim erwachsenen Thiere enthält der Sack eine braune, sehr consistente, trockene und körnige Materie, den Bisam, der nach Blondeau's und Guibourt's [2], so wie besonders nach Geiger's [3] chemischen Untersuchungen als Hauptbestandtheil eine eigenthümliche, flüchtige, starkriechende Substanz enthält, die ein ätherisches Oel zu seyn scheint, ferner kommen Gallenfett, etwas Harz, Talg und verschiedene Salze darin vor.

B) In beiden Geschlechtern vorkommende Bälge.

Der Bieber, sowohl der Mann als das Weib, wie schon Rondelet angab, hat vier grosse Drüsen-Bälge, von denen zwei auf jeder Seite neben dem kloakenartigen Sack, in den sich die Geschlechtstheile und der After öffnen, unter der Muskelschichte der Haut gelagert sind, wie Perrault [4], Gottwaldt [5], Kulmus, Sarrasin [6], Mortimer [7], Daubenton [8]

Digitized by Google

u. a., und neuerlichst A. C. Bonn [9] dargethan haben. Die beiden vorderen, grösseren und eyförmigen Bälge öffnen sich, jeder mit einer weiten Mündung, in die scheidenartige das männliche Glied und die Clitoris einschliessende Vorhaut. Ihre Wandungen sind ansehnlich dick, und bestehen aus drei Häuten, einer zelligen, gefässreichen, und einer inneren dicken, viele Falten bildenden Haut. Die in dieser Höhle abgesonderte Flüssigkeit ist consistent, dunkelgrau-braun, sehr starkriechend, und stellt das eigentliche Biebergeil dar, welches nach Bonn's und Bouillon Lagrange's [10] u. a. Untersuchungen Fett, einen harzähnlichen Stoff und ein flüchtiges Oel enthält. Es scheint während des Begattungsacts ergossen zu werden. Die hinteren Bälge sind kleiner, haben eine birnförmige Gestalt, und jeder ist aus zwei bis drei kleinen Säcken zusammengesetzt, die mit sehr engen Oeffnungen in die Kloake, dem After näher, ausmünden. Auch sie sind aus drei Häuten gebildet, und enthalten eine grosse Anzahl von kleinen, hohlen Drüsenkörnern, die sich auf der inneren Haut öffnen. In diesen Bälgen, die den Afterdrüsen anderer Thiere gleichen, wird eine ölige, weisslich-gelbe Flüssigkeit, das Bieberöl, secernirt. Ein Theil desselben scheint bei jeder Entleerung der Excremente in die Kloake ergossen zu werden.

Die in Canada sich aufhaltende Moschus-Ratte oder Zibethmaus *(Fiber zibethicus ondatra)* hat nach Sarrazins's [11] Untersuchungen, zwei vor den Schaambeinen unter der Haut liegende birnförmige Säcke, deren innere Haut viele Falten und Röhrchen bildet, und eine in der Farbe und Consistenz, der Milch ähnliche, stark nach Bisam riechende, Flüssigkeit absondert. Die beiden Ausführungsgänge ziehen sich an der Ruthe hin und endigen sich neben der Eichel in Form kleiner Wärzchen. Beim Weibchen verlaufen sie neben der Harnröhre und öffnen sich innerhalb der Schaamlippen.

Bei dem Hamster, der Ratte [12], den Mäusen und andern Nagethieren liegen unter der Vorhaut zwei Drüsen-Bälge, die ein weissliches, fettes Fluidum absondern und durch enge Ausführungsgänge auf die Eichel ergiessen.

Bei den Hasen kommt eine ovale Drüse zu beiden Seiten der äusseren Geschlechtstheile vor, in einer haarlosen Stelle,

Digitized by Google

mit einer Mündung versehen. Hinter derselben befindet sich zwischen der Ruthe und dem After, oder diesem und der Mutterscheide eine Grube, die eine gelbliche, fettige und sehr übelriechende, in den Drüsen abgesonderte Flüssigkeit enthält [13].

1) *Spicilegia zoologica. Fasc.* 13. *p.* 39. *Tab.* 6. *Fig.* 4. 8. 9. 10.

2) *Journal de Pharmacie. Mars* 1820. *p.* 105.

3) Magazin für Pharmacie. B. 21.

4) *Mém. pour servir à l'histoire naturelle des animaux. P.* 1. *p.* 141. *Pl.* 20.

5) Physikalisch anatomische Bemerkungen über den Biber; aus dem Latein. übersetzt. Nürnberg 1782. 4.

6) *Mém. de l'Ac. des Sc.* 1704. *p.* 48.

7) *Philos. Transact. Nro.* 430. *p.* 172.

8) Buffon *Hist. natur. T.* 6 *p.* 317. *Pl.* 40. 41.

9) *Anatome Castoris atque chemica castorei analysis. Lugd. Bat.* 1806. 4. *Tab.* 1.

10) *Journal de Physique. T.* 46. *p.* 65.

11) *Sur le rat musqué*; in *Mém. de l'Ac. des Sc.* 1728. *p.* 323.

12) Daubenton in Buffon *Hist. natur. T.* 7. *p.* 290. *Pl.* 38. *Fig.* 1.

13) Wepfer in *Ephem. Natur. Curios. Dec.* 1. *Ann.* 3. *Obs.* 167. Daubenton a. a. O. T. 6. p. 278. 282. Pl. 42. 43.

§. 359.

Einige Antilopen haben grosse Schmierhöhlen in der Nähe der Zitzen. Perrault [1] fand bei dem Männchen und Weibchen der *Antilope oryx* zwei Bälge unter den Zitzen in der Weichen-Gegend, die mit Drüsen versehen waren, welche sich durch kleine Mündungen in den Balg öffneten. Aehnliche Bälge nahm Daubenton [2] bei *Antilope dorcas* wahr, welche eine weissliche fettige Materie enthielten. In dem Zitzensack des Opossums kommen nach Tyson's [3] und Vicq-d'Azyr's [4] Untersuchungen kleine Fett-Bälge vor, die eine gelbliche, höchst unangenehm riechende, Flüssigkeit absondern, getrocknet aber einen dem Bisam ähnlichen Geruch verbreiten.

1) *Mém. T.* 3. *P.* 1. *p.* 98.

2) Buffon *Hist. natur. T.* 12. *p.* 251. *Pl.* 24. *Fig.* 1.

3) *The Anatomy of an Opossum*; in *Phitos. Transact.* 1698. *p.* 120.

4) *Oeuvres T.* 5. *p.* 334.

Digitized by Google

§. 360.

Endlich kommen an den Füssen mehrerer wiederkauender Thiere enge, schlauchartige, unter der Haut liegende Schmierhöhlen vor, deren innere Fläche mit feinen Haaren besetzt ist. In den Wandungen befinden sich viele kleine Drüschen, die eine kleberige fette Flüssigkeit absondern. Diese wird durch eine von Haaren bedeckte Mündung zwischen die Klauen ergossen, wo sich meistens auch noch Drüschen in der die Klauen verbindenden Haut befinden. Solche Klauen-Drüsen wurden zuerst von Daubenton [1] an den Hinterfüssen einer Gazelle aufgefunden. P. Camper [2] fand sie an den Füssen des Rennthiers und die Flüssigkeit, welche sie enthielten, war gelblich, ölig und übelriechend. Smith [3] sah sie an den Hinterfüssen des Elennthieres. Er bemerkte, dass die in denselben abgesonderte Flüssigkeit ölig und sehr übelriechend war, und zur Brunstzeit reichlicher secernirt wurde. Livingstone [4], J. F. Meckel [5] und Niemann [6] haben sie auch bei Schafen beobachtet. Die ölige Flüssigkeit fliesst wahrscheinlich während des Laufens aus, trägt zur Erhaltung der Klauen bei, und ertheilt der Fährte einen eigenthümlichen Geruch, durch den die Thiere in den Stand gesetzt werden, sich aufzufinden.

1) Buffon *Hist. nat. T.* 12. *p.* 252. *Pl.* 24.

2) Naturgeschichte des Rennthiers. Düsseldorf 1791. 4. S. 102.

3) *New-York Medic. Repository* 1799. *T.* 2. *p.* 173.

4) *Transact. of the Society of New-York. T.* 2. *p.* 120.

5) In der Uebersetzung von Cuvier's vergleichender Anatomie. B. 4. S. 660

6) Taschenbuch für Hausthierärzte. B. 2. S. 87.

§. 361.

Den in der Haut vorkommenden Bälgen der Säugethiere ist bei den Vögeln die auf dem Steisse liegende Oeldrüse zu vergleichen, deren Ausführungsgänge sich auf zwei kleinen Warzen öffnen. Ihre ölige Flüssigkeit erhält das Gefieder geschmeidig und schützt es gegen das Eindringen von Nässe. Der eigenthümliche Geruch, welchen die Vögel exhaliren, rührt vorzüglich von ihr her. Ausser

Digitized by Google

diesen Drüsen, welche die auf dem Wasser sich aufhaltenden Vögel am grössten besitzen, haben manche, wie die Reiher, Wasserhühner, Taucher, Algen und Urien, noch viele kleinere, in der Haut zerstreut liegende, ähnliche Drüschen. Eine in die Kloak sich eröffnende, mit drüsenartigen Wänden versehene kleine Tasche, die nach Fabricius ab Aquapendente benannt worden ist, scheint bei den Vögeln die Stelle der Analdrüsen zu vertreten. Die von ihr abgesonderte Flüssigkeit ist schmierig und verbreitet bei manchen, wie bei den Reihern, einen starken Geruch.

§. 362.

Bei den Thieren aus der Klasse der Amphibien kommen an verschiedenen Theilen des Körpers Drüsen vor, welche fettige oder ölige Flüssigkeiten absondern. Die Krokodille des alten und neuen Festlandes exhaliren in der Luft, besonders wenn sie der Sonne ausgesetzt sind, einen stark nach Moschus riechenden Duft, dessen schon die Araber Addamir und Abd-Allatif an dem Krokodil des Nils, und Petrus Martyr ab Angleria an dem Kaiman der westindischen Inseln wahrnahmen. Vesling, Perrault, Hasselquist, Sonnini, Geoffroy u. a. haben denselben gleichfalls an dem Nil-Krokodil, Dampier, Sloane, Plumier u. a. am spitzrüsseligen Krokodil, Ximenez, Azara u. a. am Jacaré, die Jesuiten am gehelmten Krokodil, und Fra Paolino am *Mudela* oder Gavial bemerkt. Die Quellen dieses Geruchs sind in einer fettartigen Materie zu suchen, welche zwei in der Haut, an der inneren Seite des Unterkiefers liegende, drüsige Bälge absondern, und durch eine Oeffnung auf die Haut ergiessen [1], die auch neuerlichst Th. Bell [2] beschrieben hat. Aehnliche Bälge befinden sich auch am After. Nach Prinz Maximilian's von Neuwied [3] Beobachtungen ist der Geruch des Jacaré's zur Begattungszeit am stärksten.

Mehrere Eidechsen, unter andern die Leguans, haben an der inneren Seite des Oberschenkels eine Reihe kleiner Bälge, mit runden Oeffnungen, die besonders zur Begattungszeit eine fettige, nicht unangenehm, fast wie getrocknetes Heu riechende Flüssigkeit absondern [4]. Bei *Tachydromus quadrilineatus* nahm Daudin [5] zwei kleine, zwischen

Digitized by Google

dem After und dem oberen Theil des Schenkels liegende Bläschen wahr.

1) Tiedemann und Oppel. Naturgeschichte des Krokodils. Heidelberg 1817. Fol. S. 34.

2) *Philosoph. Transact. Y.* 1827. *P.* 2. *p.* 132.

3) Beiträge zur Naturgeschichte Brasiliens. B. 1. S. 84.

4) *Hist. nat. des reptiles. T.* 1. *p.* 121.

5) Ebend. *T.* 3. *p.* 253.

§. 363.

Bei den Schlangen kommen am Schwanz, hinter der Kloake, zwei lange, schlauchartige und zugespitzt sich endigende Säcke vor, die von der Haut bedeckt, zwischen den Muskeln, liegen. Jeder öffnet sich auf einem, am Rande der hinteren Lippe der Kloake befindlichen, Wärzchen. Tyson [1] nahm sie zuerst bei Klapperschlangen wahr, Redi [2] und Morgagni [3] fanden sie bei Vipern. Ich habe sie nicht nur bei jenen Schlangen, sondern auch bei Nattern, Riesenschlangen *(Boa* und *Phyton)*, und selbst bei Blindschleichen *(Anguis)* gesehen. In denselben wird eine fettige, gelbliche oder grünliche, höchst durchdringend und widerlich riechende Flüssigkeit bereitet, die zur Zeit der Begattung besonders reichlich abgesondert wird, wenigstens nimmt man dann jenen Geruch am stärksten wahr. Die Flüssigkeit der Aftersäcke der hieländischen Nattern und Blindschleichen riecht lauchartig, fast wie Asand. Der höchst unangenehmen Ausdünstung der Schlangen haben schon Martial, Aelian, Aldrovand, Gessner, Castelli u. a. erwähnt. Auch Kalm [4] bemerkte den Geruch an lebenden Klapperschlangen, vorzüglich stark in der Sonnenhitze und wenn sie gereizt wurden. Oft lässt sich ihr Daseyn an Orten durch den blossen Geruch erkennen, den Pferde und Ochsen fliehen. R. Povall [5] und Garden [6] haben den stinkenden und selbst betäubend wirkenden Geruch der Klapperschlangen gleichfalls beobachtet, und sie schreiben ihm die angebliche Zauberkraft zu, die sie auf kleine Säugethiere und Vögel ausüben sollen, gegen welche jedoch schon Barton [7] erhebliche Gründe vorgebracht hat. Mehrere giftige Schlangen haben im Antlitz noch besondere Gruben, welche von P. Russell und Home [8] beschrieben

Digitized by Google

worden sind. Ob in diesen eine Flüssigkeit abgesondert wird, ist nicht ausgemacht.

1) *The Anatomy of a Rattle-Snake*; *in Philos. Transact.* 1683. *p.* 25. *Fig.* 2.

2) *Observationes de viperis*; *in Experim. circa varias res naturalis. p.* 221.

3) *Adversar. anatom. IV. p.* 53.

4) *Historia caudisonae*; *in Amoen. transalp. T.* 2. *p.* 490.

5) *London medical Repository. Jan.* 1819. Er führt mehrere Beispiele an, in denen auch Menschen von den Ausflüssen der Klapperschlangen lebhaft afficirt wurden.

6) *Chapman Philadelphia Journal. May* 1824. Er selbst wurde, da er unter Steinen einen Haufen Klapperschlangen fand, durch die höchst widerlich riechende Ausdünstung betäubt, und war einer Ohnmacht nahe.

7) *A Memoir concerning the fascinating faculty which has been ascribed to the Rattle-Snake and other American Serpents. Philadelphia* 1814. 4.

8) *Philos. Transact.* 1804. *p.* 70.

§. 364.

Die Amphibien mit nackter Haut, besonders die Kröten und Salamander, haben viele drüsenartige Säckchen, die sich auf der Haut öffnen. In zwei Haufen liegende Drüsen der Art finden sich am hinteren Theile des Kopfs. Sie sondern, wenn die Thiere gereizt werden, reichlich eine Flüssigkeit ab, welche bei der Knoblauchs-Kröte wie Knoblauch riecht. Die des gemeinen Salamanders ist milchig, und riecht, nach meinen Beobachtungen [1], wie Jasmin, besonders stark während der Winter-Erstarrung. Das Thier kann die Flüssigkeit einige Zolle weit von sich spritzen, wie auch Wurfbain [2], Maupertuis [3] und Laurenti [4] wahrgenommen haben.

Endlich verbreiten mehrere Schildkröten, nach Daudin's [5] Bemerkungen, einen bisamartigen Geruch, namentlich *Testudo odorata* und *pensylvanica.* Die Quellen desselben sind nicht bekannt; vielleicht rührt er von Säckchen her, die mit der Kloake in Verbindung stehen, und deren Caldesi, Perrault u. a, erwähnt haben.

1) Deutsch. Arch. für die Physiologie. B. 2 S. 115.

2) *Salamandrologia. Norimbergae* 1683 *p.* 50

3) *Mém. de l'Ac. des Sc. de Paris.* 1727. *p.* 27.

Digitized by Google

4) *Synopsis reptilium. Viennae* 1768. *p.* 151.
5) A. a. O. T. 2. p. 29.

§. 365.

Viele Insekten sondern dunst-förmige oder tropfbare, meistens einen starken Geruch verbreitende, Flüssigkeiten ab, die sie unter verschiedenen Verhältnissen, besonders wenn sie gereizt werden, nach Aussen oder auf die allgemeinen Bedeckungen entleeren, und sich dadurch gegen die Angriffe von Feinden schützen. Von riechenden Ausflüssen der Insekten, die das Geruchsorgan des Menschen angenehm afficiren, erwähne ich des Rosengeruchs von *Callichroma moschatum* und des wie reife Birnen riechenden *Staphilinus suaveolens*. Die Ausdünstung des *Oxytalus morsitans* gleicht der der Blüthen der Wasserlilie, *Oxytalus rugosus* riecht wie Brunnenkresse, *Dytiscus marginalis* wie Süssholz, *Lygaeus hyoscyami* wie Thymian [1], *Musca cynipsea* wie Balsam [2]. *Crabro flavus* verbreitet einen durchdringend ätherarthigen Geruch [3]. *Trichius eremita* riecht wie Juchtenleder, einige Arten wilder Bienen *(Andrena Fabr.)* riechen wie Knoblauch. Viele *Carabi* verbreiten sehr unangenehme Gerüche, der von ranziger Butter ähnlich, und von einer fettartigen Materie abhängig, die aus ihrem Leibe schwitzt [4]. Auch die Arten von *Blaps*, *Tenebrio*, *Omalium*, *Blatta*, *Gyrinus*, *Cimex* u. a. afficiren unser Geruchsorgan auf eine widerliche Weise. *Formica fuliginosa*, *foetens*, *analis* u. a. exhaliren einen stinkenden Geruch. Die Ausdünstung der Florfliege *(Hemerobius perla)* und der *Formica foetida* gleicht gar der der menschlichen Excremente.

1) De Geer *Histoire des Insectes. T.* 3. *p.* 249. 274.
2) Ebend. T. 6 p 135.
3) Kirby *Monographia Apium. T.* 1. *p.* 136.
4) A. a. O. T. 4. p. 86.

§. 366.

Die Absonderungs-Werkzeuge riechender Flüssigkeiten, welche Kirby und Spence [1] *Osmateria* genannt haben, sind bei mehreren Insekten aufgefunden worden. Sie bestehen in hohlen innerhalb des Leibes gelagerten Schläuchen oder Bläschen, welche die Insekten zum Theil bei der Entlee-

Digitized by Google

rung ihrer Absonderungs-Producte nach aussen hervortreten lassen können. *Staphylinus brunnipes* hat im Hinterleibe ästige Gefässe, die in Gestalt von Bläschen hervortreten und eine gewürzhaft riechende Flüssigkeit ergiessen, wenn man den Leib drückt [2]. Die Cicaden sind nach Léon Dufour's [3] Untersuchungen mit zwei am Mastdarm liegenden Absonderungs-Organen versehen, welche aus vielen länglichen Schläuchen zusammengesetzt sind. Die Maywürmer *(Meloe)* ergiessen aus den Gelenken des Leibes und den Fussgliedern eine gelbe Flüssigkeit, die in Schläuchen abgesondert wird. Gleiches nimmt man bei *Pimelia collaris* und *Coccinella bipunctata* wahr. Mehrere Raupen und Larven haben ähnliche Absonderungs-Werkzeuge. Die Raupe von *Papilio Machaon* hat auf dem Rücken, in einiger Entfernung vom Kopfe, einen Schlauch, der beim Druck in Gestalt eines Horns hervortritt, und eine nach Fenchel riechende Flüssigkeit entleert [4]. Aehnliche Hervorragungen kommen bei den Raupen von *Papilio Apollo* und *Anchyses* vor. Die Larve der *Chrysomela populi* ist auf dem Rücken mit schwarzen, hohlen Warzen versehen, aus denen bei der Berührung eine weisse, milchige, stark riechende Flüssigkeit hervorquillt. Dies ist auch bei den Larven einiger Sägefliegen *(Tenthredo)* der Fall [5]. Die Larve einer Art besitzt zwischen den fünf vorderen Fusspaaren grosse Schläuche, deren Enden wie die Dille einer Giesskanne mit kleinen Löchern versehen sind, die bei der Reizung des Thiers hervortreten, und einen höchst widerlichen Geruch verbreiten [6].

1) *Introduction to Entomology. Ed.* 3. *London* 1818. *T.* 1. *Lett.* 21.

2) Ebend.

3) *Annales des sc. natur. Juin* 1825. *p.* 155.

4) De Geer a. a. O. T. 5. p. 291.

5) Réaumur *Hist. des Insectes. T.* 5. *p.* 96.

6) — — — — *T.* 2 *p.* 989. *Pl.* 37. *Fig.* 6.

§. 367.

Bei weitem weniger mannigfaltig, als bei den in der Luft lebenden Thieren, sind die auf der Haut der Wasserthiere erfolgenden Aussonderungen. Sie beschränken sich fast bloss auf die Ausleerung von Schleim. Die Haut der

Digitized by Google

Fische sondert mehr oder weniger reichlich einen kleberigen Schleim ab, der in besonderen Gefässen oder Kanälen bereitet, und durch Oeffnungen auf die nackte Haut oder Schuppen entleert wird. Stenonis [1] hat die Schleimgefässe zuerst am Kopfe der Rochen, Hayen und Aale wahrgenommen. Lorenzini [2] beschrieb sie genauer am elektrischen Rochen. Ein Ungenannter [3] führte die am Kopfe des Hechtes und der Karpfen an. Perrault [4] zeigte, dass sich Schleimgänge vom Kopfe, von einer Drüse ausgehend, längst den Seitenlinien der Fische herabziehen, die kleine Aeste zwischen die Schuppen abschicken, und sich hier öffnen, welche Mündungen auch Petit [5] an den Schuppen des Karpfen angegeben hat. Diese Schleimgänge sind auch von Lamorier [6], Al. Monro [7], Koehlreuter [8], Gunner [9], Forster [10] u. a. beschrieben worden.

Die Haut der Mollusken, geringelten Würmer, Medusen u. a. sondert ebenfalls Schleim ab, der bei den letztern scharf ist.

1) *De musculis et glandulis Observat. Specimen. Amstel.* 1664. 12. *p.* 54. beim Rochen; *Elementorum Myologiae Specimen, cui accedunt Canis carchariae dissectum caput et dissectus piscis ex canum Genere Amstel.* 1669 *p.* 93. 189. beim Hayen.

2) *Osservazioni intorno alle Torpedini. Firenze* 1678. 4.

3) *Observatio anatomica circa poros in piscium cute notandos; in Act. Eruditorum. Lips.* 1683. *p.* 160. *Tab.* 3. *f.* 2—4.

4) *Oeuvres de physique. Amsterd.* 1727. 4. *T.* 3. *p.* 478. *Pl.* 20. *Fig.* 2.

5) *Mém. de l'Ac. des sc.* 1733. *p.* 291. *Pl.* 12. *Fig.* 2.

6) — — — — — 1742. *p.* 32. beim Hayen.

7) *Anat. and Physiology of fishes. Ch.* 3. beim Kabeljau. *Pl.* 5. bei Rochen *Pl.* 6. 7.

8) *Novi Comment. Petropol. T.* 9. *p.* 430. bei *Cyclopterus.*

9) Schriften der Drontheimer Gesellschaft. B. 2. S. 248.

10) Beiträge zur Natur- und Völker-Kunde. B. 3. S. 269. bei *Catostomus.*

§. 368.

Alle Wirbelthiere sondern Urin ab, eine in der Mischung sehr zusammengesetzte und höchst veränderliche Flüssigkeit, die aus Wasser und mehreren darin aufgelösten Materien besteht. Der ausgezeichnetste Bestandtheil des Harns der Säugethiere ist eine eigenthümliche thieri-

Digitized by Google

sche Materie, der Harnstoff, welcher aus dem eingedickten Harn mittelst Weingeist ausgezogen werden kann. Nach Verdünstung dieses crystallisirt er in farblosen, durchsichtigen, vierseitigen Säulen und Blättern, die weder sauer noch alkalisch reagiren, und unter allen thierischen Materien die grösste Menge Stickstoffs enthalten. Harnstoff wurde von J. Davy [1], Prevost und Dumas [2] auch im Harn einiger Arten von Fröschen aufgefunden. In dem Harn der fleischfressenden Säugethiere kommt ferner eine besondere Säure, die Harnsäure, vor, welche sich im erkalteten Harn als ein grauweisses Pulver niederschlägt, und kleine, perlmutterartig glänzende Crystalle bildet. Mit den Excrementen der Vögel geht diese Säure als eine weisse Materie ab, die an der Luft schnell zu einem leicht zerreiblichen Pulver erhärtet [3]. Wollaston [4] und Chevreul [5] fanden sie besonders reichlich bei Vögeln, die sich von Fleisch nähren. In gleicher Form zeigt sich die durch den After ausgeleerte Harnsäure bei der gemeinen Eidechse [6] dem Chamäleon [7], Leguan [8], den Krokodillen [9], Riesenschlangen [10] und Schildkröten [11].

Die im Harn vorkommenden Salze sind sehr mannigfaltig, und bestehen aus Kalkerde, Bittererde, Ammoniak, Kali und Natron, in Verbindung mit Harnsäure, Kohlensäure, Phosphorsäure, selbst auch mit Schwefel- und Salzsäure. Phosphorsaure Salze finden sich vorzüglich im Harn fleischfressender Thiere. Mit dem Urin werden auch manche mit den Nahrungsmitteln aufgenommene und in die Blutmasse gelangte nicht assimilirbare, färbende, harzige Materien, und verschiedene Salze und Säuren entleert, zu welchen letzteren die im Harn der kräuterfressenden Thiere sich zeigende Benzoesäure gehört.

1) *Philosophic. Transact.* 1821. *P.* 1. *p.* 95.

2) *Analyse de l'urine des Grenouilles*; *in Biblioth. univers.* 1822. *Fevr. p.* 115.

3) Fourcroy *et* Vauquelin *Analyse de l'urine d'Autruche et Expériences sur les excremens de quelques autres familles d'oiseaux*; in *Annal. du Muséum d'hist. natur. T.* 17. *p.* 310.

4) *Philos. Transact.* 1810. *p.* 223.

5) *Annales de Chim. T.* 67. *p.* 305.

6) Scholz über den Urin der Eidechsen; in den Jahrbüchern des österreichischen Staats. B. 2. S. 185.

Digitized by Google

7) Prout *in Annals of philosophy. T.* 14. *p.* 471.

8) Proust *in Annales de Chimie. T.* 1. *p.* 198.

9) J. Davy *in Philos. Transact.* 1818. *p.* 303.

10) Prout *in Annals of philos.* 1815. *p.* 413. *Ed.* Davy *in Philos. Magaz.* 1819. *Oct.* Pfaff in Schweigger's neuem Journal für Chemie und Physik. 1822. B. 5. S. 344.

11) John in Meckel's deutschem Archiv für die Physiologie. B. 3. S. 358. Harn der *Testudo tabulata.* Stoltz Ebend. B. 6. S. 349. Urin der *Emys europaea.*

§. 369.

Die Werkzeuge der Harn-Absonderung stellen einen in der Bauchhöhle gelagerten Apparat dar, bestehend aus den drüsigen, den Harn bereitenden Nieren, und ihren Ausführungsgängen, den Harnleitern. Viele Thiere haben noch einen Behälter, in dem sich der Harn sammelt, die Urinblase, und aus der er durch einen Kanal, die Harnröhre, entleert wird. Die Nieren, bei den Säugethieren, Vögeln und Amphibien gedoppelt vorhanden, bei den Fischen meistens zu einer Masse verschmolzen, liegen an der Wirbelsäule ausserhalb des Bauchfells. Im Allgemeinen sind sie bei den Wasserthieren grösser, als bei den in der Luft lebenden, welche letztere durch die Lungen und die Haut viele Auswurfs-Materien entleeren. Auch die Vögel haben grössere Nieren als die Säugethiere.

Die Nieren der Säugethiere, bei einigen traubenartig gelappt oder aus mehreren Stücken bestehend, sind aus zwei, in der Farbe und Textur verschiedenen Substanzen zusammengesetzt. Die äussere, rothe, weichere Rinden-Substanz, in welche die aus der Aorta entspringenden, sehr grossen Pulsadern sich aufs feinste vertheilen, enthält vielfach gewundene Kanälchen, die Harngefässe. Diese bilden mit den zarten Blutgefässen knauelartige Verflechtungen und nehmen den Harn auf. Die innere, die Röhren-Mark- oder Warzen-Substanz, stellt kegelförmige Massen in verschiedener Anzahl dar, deren Grundfläche nach aussen gerichtet und von der Rinden-Substanz bedeckt ist. Die nach Innen gekehrten Spitzen der Kegel bilden vorspringende, mit vielen siebförmigen Löchern versehene Warzen. Die geschlängelten Harngefässe der Rinden-Substanz setzen sich in die Warzen-Substanz fort, und nehmen hier sogleich eine gerade Richtung an. Sie verbinden sich im Fortgang

Digitized by Google

unter spitzen Winkeln zu grösseren Röhrchen, und öffnen sich auf den Warzen. Diese werden von den schlauchartigen, den Harn aufnehmenden Nierenkelchen umgeben. Alle Kelche vereinigen sich zu dem trichterförmigen Nierenbecken, welches in den Harnleiter übergeht.

Die Nieren der Vögel, Amphibien und Fische bestehen nur aus einer der Rinden-Substanz der Säugethiere ähnlichen Masse, ohne Warzen und Kelche, wie schon Ferrein [1] und Galvani [2] dargethan haben. Die gewundenen Harnkanälchen vereinigen sich zu Zweigen und Aesten, und bilden den Harnleiter. Nach Jacobson [3] soll der Urin dieser Thiere vorzüglich aus dem Blute der Venenstämme der hinteren Körper-Hälfte abgesondert werden, die sich nach Art der Pfortader in die Nieren verzweigen, was aber noch keineswegs erwiesen ist.

1) *Mém. de l'Ac. des sc. de Paris.* 1749. *p.* 489.

2) *Comment. Bononiens. T.* 5. *P.* 2. *p.* 501.

3) *Bulletin de la société philomatique* 1813. Meckel's deutsches Archiv für die Physiologie. B. 3. S. 147. J. U. H. Nicolai *Disquisitiones circa quorundam animalium venas abdominales praecipue renales. Berolin.* 1823.

§. 370.

Die Harnleiter ergiessen den Harn bei allen Säugethieren in einen im Becken liegenden Behälter, die Harnblase, welche aus einer Schleimhaut, Zell- oder Gefäss-Haut und einer ansehnlich dicken Muskelhaut besteht. Bei der Zusammenziehung der letzteren wird er durch die Harnröhre entleert. Bei den Vögeln dagegen öffnen sich die Harnleiter in die Kloake und mischen den Urin den Darm-Excrementen bei. In dem Strauss und Kasuar ist jedoch die den Urin aufnehmende Kloake von dem Mastdarm durch eine kreisförmige Klappe abgegränzt, wie schon Perrault [1] angegeben und neulich Geoffroy Saint-Hilaire [2] ausführlich beschrieben hat. Bei den Amphibien münden die Harnleiter gleichfalls in die Kloake. Viele haben demohngeachtet eine an der unteren Fläche der Kloake liegende und mit dieser durch eine weite Oeffnung in Verbindung stehende Blase, in der sich der Urin ansammelt. Sie findet sich bei den Fröschen, Kröten, Sala-

Digitized by Google

mandern, dem Proteus und den Schildkröten, so wie unter den Eidechsen bei den Leguans, Chamäleons, den fliegenden Eidechsen, mehreren Agamen und Geckonen, der gemeinen Eidechse [3], und unter den Schlangen bei den Blindschleichen und Amphisbänen. Dagegen fehlt sie den Krokodilen, mehreren Lacerten und den meisten Schlangen [4]. Dass jene Blase nicht eine Harnblase sey, sondern als ein Behälter für Wasser diene, welches durch die Kloake oder die Haut aufgenommen werde, wie Townson [5] meinte, wird dadurch widerlegt, dass die von Lassaigne und Boissel [6] aus der Blase einer indischen Schildkröte aufgefangene Flüssigkeit Harnsäure enthielt, und Vauquelin in dieser Blase einen wahren Harnstein fand.

Bei den Fischen münden die Harnleiter in einen hinter dem After befindlichen Gang, in den sich auch die Saamengänge und Eyleiter öffnen. In einigen Fischen, den Froschfischen *(Lophius)*, Seehasen *(Cyclopterus)*, Aalquappen *(Gadus)*, Karpfen, Hechten, Salmen u. a. stellen die verbundenen Harnleiter eine blasenartige Erweiterung dar.

1) *Mém. pour servir à l'histoire naturelle des Animaux. P. 2. p. 154. Pl. 56.*

2) *Composition des appareils génitaux, urinaires et intestinaux, à leurs points de rencontre dans l'Autruche et le Casuar; in Mém. du Muséum d'hist. natur. T. 9. p. 438.*

3) Emmert und Hochstetter in Reils Archiv für die Physiologie. B. 10. S. 114.

4) Fink *praes.* J. F. Meckel *de Amphibiorum systemate uropoetico. Halae* 1717. 8.

5) *Observat. physiologicae de amphibiis. P. 2. p. 21.*

6) *Journal de Pharmacie. T. 7. p. 381.*

§. 371.

Aussonderung einer dem Harn ähnlichen Flüssigkeit kommt auch bei Insekten und Mollusken vor. Brugnatelli [1] fand in den bald nach dem Auskriechen aus der Puppe entleerten Excrementen des Maulbeer-Schmetterlings harnsaures Ammoniak, kohlensauren und phosphorsauren Kalk und phosphorsaure Bittererde. Herold [2] und Rengger [3] hielten die mit dem Darmkanal in Verbindung stehenden Gefässe, welche von den meisten Zootomen als Galle absondernde Gefässe beschrieben worden sind, für

Digitized by Google

die Quellen jener harnartigen Flüssigkeit. Wurzer [4] hat in der Flüssigkeit dieser Gefässe auch wirklich harnsaures Ammonium bemerkt. Wahrscheinlich stehen diese Gefässe, wie J. F. Meckel [5] gezeigt hat, der Aussonderung beiderlei Auswurfs-Flüssigkeiten, des Harns und der Galle, vor.

Bei den Mollusken nahm Jacobson [6] in der Flüssigkeit des sogenannten Kalkbeutels oder der Kalkdrüse der Schnecken, welche Swammerdam [7], Poli [8] u. a. für das zur Bildung der erdigen Materien der Schale bestimmte Organ hielten, Harnsäure wahr. Besonders reichlich ist die Flüssigkeit in jenem Sacke während der Winter-Erstarrung der Thiere vorhanden. G. R. Treviranus [9] hat gleichfalls Harnsäure in dem Kalkbeutel der Schnecken und der Muschelthiere gefunden. Blainville [10] vermuthet, dass der Tintensack der Sepien und die den Purpur absondernden Werkzeuge gleichfalls Harn absondernde Organe sind.

1) *Giornale di Fisica.* 1815. *T.* 8. *p.* 42.

2) Entwickelungs-Geschichte der Schmetterlinge. §. 18.

3) Physiologische Untersuchungen über die thierische Haushaltung der Insekten. Tübingen 1817. S. 27.

4) Deutsches Archiv für die Physiologie. B. 4. S. 213.

5) Archiv für Anatomie und Physiologie. B. 1. S. 21.

6) *Sur l'éxistence des reins dans les animaux mollusques;* im *Journal de Physique, de Chimie et d'hist. natur.* 1820. *T.* 91. *p.* 318. Doch hat schon früher Wohlich (*De Helice pomatia. Wirceburgi* 1813. 4. *p.* 23) den Kalkbeutel für ein harnabsonderndes Werkzeug gehalten.

7) *Biblia naturae Tab.* 5. *Fig.* 4. 5. *Sacculus calcarius* von *Helix pomatia.*

8) *Testacea utriusque Siciliae. T.* 2. *Tab.* 20. *Fig.* 6. von *Venus chione. Tab.* 26. *Fig.* 11. 13. von *Arca pilosa.*

9) Zeitschrift für Physiologie. B. 1. S. 52.

10) In *Journal de Physique* a. a. O.

§. 372.

Mehrere Mollusken sondern gefärbte Flüssigkeiten aus, die dem Harne verwandt zu seyn scheinen. Zu diesen gehört die Tinte der Sepien und der Purpur einiger Gasteropoden. Jene ist ein schwarzer oder dunkelbrauner, im Wasser auf's feinste zertheilbarer Saft, der nach Kemp [1] durch Siedhitze, Mineralsäuren, Weingeist, Aether und Galäpfel-Tinctur zum Gerinnen gebracht wird. Prout [2] und

Digitized by Google

L. Gmelin [3] fanden darin ein an Kohle reiches Pigment, etwas thierschleimartige Materie, einige Kalk- und andere Salze, und meistens etwas Eisen. Nach Swammerdamm's [4], Lamorier's [5], Cuvier's u. a. Untersuchungen wird die Flüssigkeit in einem an der Leber liegenden Beutel bereitet, der im Inneren viele Falten bildet, und in dessen Wandungen Drüsenkörner vorkommen, welche von zahlreichen Blutgefässen durchzogen sind. Sein Ausführungsgang mündet in den After. Mittelst der Zusammenziehung der muskulösen Bedeckungen können die Thiere ihre Tinte willkührlich durch dieselbe Röhre ausspritzen, durch welche die Excremente abgehen. Da die entleerte Flüssigkeit das Wasser in der Umgebung des Thieres schnell trübt, so scheint es sich dadurch, wie schon Plutarch [6] bemerkt, den Verfolgungen seiner Feinde zu entziehen. Ein ähnliches drüsiges Organ, dessen Ausführungsgang sich in den Mastdarm öffnet, kommt nach J. F. Meckel's [7] Untersuchungen bei den Doris-Arten vor.

Der Purpur, über den Fabius Columna [8], Cole [9], Normann [10], Réaumur [11], Du Hamel [12], Bring [13], Peyssonel [14], Stroem [15], Olivi [16], Bossi [17], Cortinovis [18] u. a. Untersuchungen angestellt haben, wird bei mehreren Arten der Gattungen *Murex (M. brandaris, trunculus)*, *Buccinum (B. echinophorum, lapillus)*, *Janthina*, *Aplysia*, u. a. in einer drüsigen Höhle abgesondert, welche unter dem Mantel in der Nähe des Mastdarms und des harnabsondernden Sackes oder des Kalkbeutels liegt und wahrscheinlich mit diesem in unmittelbarer Verbindung steht [19]. Die abgesonderte Auswurfs-Flüssigkeit, die noch keiner genauen chemischen Analyse unterworfen wurde, nimmt nach Lesson's Versuchen, bei dem Zusatze von Alkalien eine grüne Farbe an. Der Purpur vertheilt sich wie die Tinte der Sepien aufs feinste im Wasser und schützt die Thiere wahrscheinlich gegen die Angriffe ihrer Verfolger.

1) Schweigger's Journal. B. 9. S. 371.

2) Thomson *Annals of philosophy. T.* 5. *p.* 417.

3) Schweigger's Journal. B. 10. S. 533.

4) *Biblia naturae. T.* 2. *p.* 890. *Tab.* 51. *Fig.* 1—5. Auch Monro *(Anatomy and Philosophy of fishes. Ch.* 12. *Tab.* 41. *Fig.* 1.) hat den Tintenbeutel beschrieben und abgebildet, doch hielt er die darin

Digitized by Google

vorkommende Flüssigkeit irriger Weise für ein Absonderungs-Product der Leber.

5) *Mém. de la Soc. de Montpellier.* 1766. *p.* 293.

6) Er äussert: wie die Götter Homers ihre Günstlinge in Wolken verbargen, um sie gegen ihre Verfolger zu schützen, so könne dies die Sepie durch ihren Saft thun.

7) Beiträge zur vergleichenden Anatomie. B. 1. St. 2. S. 1.

8) *De purpura. Romae* 1616.

9) *Observations on the Purple-fish*; in *Philos. Transact. V.* 15. *No.* 178. *p.* 1278.

10) *Diss. resp. El. Bask, de Purpura. Upsal.* 1686. 8.

11) *Mém. de l'Acad. de Paris.* 1711.

12) *Quelques expériences sur la liqueur colorante que fournit la pourpre;* in *Mém. de l'Acad. de Paris.* 1736. *p.* 49.

13) *Diss., resp.* B. Roswall, *de Purpura. Lund.* 1750. 4.

14) *Observations on the Limax non cochleata purpur ferens*; in *Philos. Transact. V.* 50. *p.* 585.

15) *Purpur-Snegeln*; in *Kiöbenh. Selsk. Skrifter.* 11 *Deel. p.* 1.; übers. von Chemnitz in Beschäftig. der Berliner Gesellsch. naturf. Freunde. B. 4. S. 241.

16) *Della scoperta di due Testacei Porporiferi, con alcune riflessioni sopra la Porpora degli Antichi*; in *Opuscoli scelti. T.* 14. *p.* 361. *Supl. p.* 303.

17) *Delle Porpore*; *Ibid. T.* 16. *p.* 130.

18) *Sopra di alcuni sperimenti da farsi sulle Chiocciole porporifere. Ibid. T.* 17. *p.* 50.

19) Leiblein Beitrag zu einer Anatomie des Purpurstachels *(Murex brandaris)*; in Heusinger Zeitschrift für die organische Physik. 1827. B. 1. S. 1.

§. 373.

Von den Absonderungen der Insekten verdient noch der Saft angeführt zu werden, aus welchem sie Gespinnste und Netze verfertigen. Die Raupen der Abend- und Nacht-Schmetterlinge, auch mehrerer Tag-Schmetterlinge, bereiten sich eine Hülle, in der sie sich verpuppen. Die Materie hierzu wird als ein kleberiger Saft in zwei sehr langen und gewundenen, neben dem Darmkanal liegenden Schläuchen, den Spinngefässen, abgesondert, welche Malpighi [1] in der Seidenraupe und Lyonet [2] in der Weidenraupe untersucht haben. Sie endigen sich mit sehr engen Gängen in der an der Unterlippe befestigten, sehr beweglichen Spinnröhre. Der an der Luft zu Faden vertrocknende Spinnsaft, besteht bei der Seidenraupe, nach

Digitized by Google

Board's [3] Untersuchungen aus einer leimartigen Materie, etwas Wachs und einer geringen Menge Oels. Die Larven der Gattung *Phryganea*, welche sich in einem aus Steinchen gebildeten Köcher im Wasser aufhalten, schliessen die Oeffnung des Köchers mit seidenartigen Faden, die am After abgesondert werden. Bei der Larve des Ameisenlöwen *(Myrmeleon formicarum)* kommt der Seidenstoff nach Rampohr [4] im Mastdarm vor. Bei den Spinnen wird der leimartige Saft, woraus sie ihre verschieden geformten Gewebe und Netze bilden, aus vier am Hintertheile des Leibes liegenden Warzen ausgezogen. Von jeder Spinnwarze geht ein Kanal aus, der sich in sehr viele, äusserst feine Röhrchen zertheilt, wie sich aus Leeuwenhoek's [5], Réaumur's [6], De Geer's [7] und G. R. Treviranus [8] Untersuchungen ergibt. Nach Hulse's, Kirby's und Spence's [9], Teed's [10] und Murray's [11] Beobachtungen können die Spinnen die Flüssigkeit in Form von Faden nach entfernten Gegenständen weit ausspritzen, wodurch sie künstliche Brücken bilden, um von einem Orte zum andern zu gelangen.

Zu den besonderen Absonderungs-Producten der Insekten gehört ferner das Wachs der Bienen, woraus sie die Zellen für die Nachkommenschaft verfertigen. Zufolge der Untersuchungen Hornbostel's [12], Thorley's [13], J. Huntr's [14], F. Huber's [15] und G. R. Treviranus [16] wird es in häutigen am Bauche unter den Schuppen liegenden Höhlchen, in Form weisser, sehr dünner Scheiben abgesondert, die nach der Beimischung von Speichel verarbeitet werden.

Unter den Mollusken bereiten die Mies- und Steck-Muscheln *(Mytilus, Pinna)* u. a. gleich vielen Insekten eine seidenartige Materie [17]. Dieselbe wird in einer von Cuvier [18] aufgefundenen, unter der Grundfläche des Fusses liegenden Drüse abgesondert, und mittelst der Bewegungen des zungenförmigen Fusses ausgezogen und an Felsen befestigt.

1) *De Bombyce*; in *Oper. omn. T.* 2. *p.* 24. *Tab.* 5. *Fig.* 11.

2) *Traité anatomique de la Chenille qui ronge le bois de saule, à la Haye.* 1762. *p.* 54. *Pl.* 5. *Fig.* 1. *Pl.* 14. *Fig.* 10. 11. Die Spinnröhre *Pl.* 2. *Fig.* 1. *L.*

3) *Annal. de Chim. T.* 65. *p.* 44.

4) Ueber die Verdauungs-Werkzeuge der Insekten. S. 58.

5) Ausgabe von Hoole. London 1798. T. 1. p. 41. Pl. 2. Fig. 20 22.

Digitized by Google

6) *Examen de la soye des Araignies;* in *Mém. de l'Acad. de Paris.* 1710. *p.* 386.

7) *Hist. des Insectes. T.* 7. *p.* 187.

8) Ueber den inneren Bau der Arachniden. B. 1. S. 41.

9) *Introduction to Entomology. Vol.* 1. *p.* 415.

10) *Journal of natural Philos. V.* 3.

11) *Mem. of the Wernerian Society. T.* 5. *P.* 2.

12) Hamburgische vermischte Bibliothek. 1744. B. 2. S. 45.

13) *An enquiry into the nature, order, and government of Bees. London* 1765.

14) *Observations on the Bees; in Philos. Transact.* 1792. *p.* 143.

15) *Nouvelles Observations sur les abeilles. T.* 2. *p.* 35. 54. 463.

16) Ueber die Bereitung des Wachses durch die Bienen; in Zeitschrift für Physiologie. B. 3. St 1. S. 62.

17) Chemnitz. Von der Steckmuschel und ihrer Seide; im Naturforscher. St. 10. S. 1.

18) *Anatomie comparée. T.* 5. *p.* 264.

§. 374.

Endlich wollen wir noch einiger giftigen Auswurfs-Flüssigkeiten erwähnen. Unter den Säugethieren ist nur ein Thier bekannt, welches mit einem Absonderungs-Organ für eine giftartige Flüssigkeit ausgerüstet ist. Diess ist das Schnabelthier *(Ornithorhynchus paradoxus).* Die Männchen haben an den Hinterfüssen einen hornartigen, mit einer kleinen Oeffnung versehenen Sporn, durch den sie eine giftartig wirkende Flüssigkeit entleeren können [1]. Die Oeffnung führt, nach Blainville's [2], Rudolphi's [3] und J. F. Meckel's [4] Untersuchungen, in einen feinen, durch den Sporn verlaufenden Kanal und zu einer kleinen Blase. Mit dieser steht eine grosse am Schenkel liegende Drüse [5] in Verbindung, welche das Gift absondert. Beim Weibchen findet sich nur eine kleine Grube, in der sich ein Rudiment des Sporns zeigt. Auch der Echnida hat einen Sporn und wahrscheinlich eine ähnliche Drüse.

Bei Vögeln ist kein Beispiel eines Gift bereitenden Organs bekannt.

1) Im März 1817 wurde in der Linneischen Gesellschaft in London ein Brief von John Jameson aus Macleay vorgelesen, welcher die erste Nachricht über den Giftsporn des Schnabelthiers enthielt. Jameson verwundete ein Thier der Art durch einen schwachen Flintenschuss. Ein ihn begleitender Mann ergriff das verwundete Thier und wurde mittelst des Sporns am Arm verletzt. Das Glied schwoll so-

Digitized by Google

gleich an, und es traten alle Erscheinungen ein, wie bei Menschen, welche von Schlangen gebissen sind. Sie nahmen indess auf den äusseren Gebrauch von Oel und den inneren von Ammonium ab. Längere Zeit hatte der Mensch Schmerzen im Arm und konnte das Glied erst nach einem Monate wieder gebrauchen.

Hill (*Linnean Transact.* 1822. *T.* 13. *p.* 2.) sah aus der Mündung des Sporns einige Tropfen einer dünnflüssigen Feuchtigkeit ausfliessen. Er bemerkt, dass man kein Beispiel kenne, in den das Gift auf Menschen eine tödtliche Wirkung gehabt habe.

2) *Observations sur l'organe appelé Ergot dans l'Ornithorinque;* im *Journal de Physique.* 1817. *T.* 84. *p.* 318.

3) Ueber den sogenannten Giftsporn des männlichen Schnabelthiers; in den Schriften der Berliner Akad. 1820—21. S. 232. Taf. 3. Szifert *Spicilegia adenologica. Berolini* 1823. 4. *Tab.* 1. *Fig.* 5.

4) *Ornithorhynchi paradoxi descriptio anatomica. Lips.* 1828. *fol. p.* 54. *Tab.* 6. 8. *Fig.* 7. 8.

5) Diese Drüse scheint von Meckel, Rudolphi, Clifft und Knox fast gleichzeitig entdeckt worden zu seyn.

§. 375.

Unter den Amphibien sondern viele Gift ab. Die das Gift bereitenden Drüsen der Schlangen, deren Ausführungs-Gänge sich in scharfen, hackenförmig gekrümmten Zähne öffnen, können zu den Speicheldrüsen gezählt werden; bei denen ihrer bereits (§. 197.) gedacht wurde. Die Kröten sondern in Drüsenbälgen der Haut eine scharfe Flüssigkeit ab, die sie zu ihrer Vertheidigung ausspritzen, wenn sie von Feinden verfolgt werden. Mehrere Drüsen liegen am hinteren Theile des Kopfs in zwei Haufen beisammen, andere sind auf dem Rücken zerstreut. Die Flüssigkeit hat nach Pelletier's [1] und J. Davy's [2] Untersuchungen eine gelbliche Farbe, ist ölig und schmeckt sehr bitter. Auf zarte Theile der Haut wirkt sie scharf und ätzend ein, und erregt Schmerz [3]. Eine ähnliche Flüssigkeit scheint durch die Haut-Drüschen der Geckonen ausgesondert zu werden.

1) Leroux *Journal de Médécine. T.* 40. *p.* 75. Das Kröten-Gift röthet die Lakmustinctur und bildet mit Wasser eine Emulsion. Es enthält eine theils freie, theils gebundene Säure, so wie eine fette, sehr bittere Materie.

2) *Observations on the poison of the common toad*; in *Philos. Transact.* 1826. *P.* 2. *p.* 127. Davy fand das Gift weder sauer noch alkalisch, und im Wasser löslich.

Digitized by Google

3) Dies habe ich mit der Flüssigkeit der Feuerkröte *(Rana bombina)* zu beobachten Gelegenheit gehabt, die an die Bindehaut gebracht, starke Schmerzen und Entzündung verursachte.

§. 376.

Skorpionen, Spinnen und viele Insekten erzeugen giftig wirkende Flüssigkeiten. Meistens hat die Natur die Gift bereitenden Werkzeuge mit Waffen in Verbindung gebracht, wie dies bei den Skorpionen, bienenartigen Insekten, Ameisen u. a. der Fall ist. Das Gift-Organ der Skorpionen befindet sich in der kolbigen Anschwellung des letzten, mit einem gekrümmten spitzen Stachel sich endigenden Schwanzgliedes. Oberhalb der Spitze zeigt sich an beiden Seiten eine spaltenförmige Oeffnung, durch welche das Gift ergossen wird, wie Redi [1], Leeuwenhoek [2], Maupertuis [3], Mead [4] und J. Mueller [5] dargethan haben. Das Gift wird nach J. F. Meckel's [6], Treviranus [7] und Mueller's Untersuchungen in zwei, von einer Muskelhaut umgebenen Drüsen abgesondert. Jede enthält eine kleine Blase, aus der ein feiner Ausführungsgang in den Stachel dringt. Unter den Bienen sind die Weibchen und Arbeiter mit giftigen Waffen ausgerüstet, die von Hooke [8], Swammerdamm [9] und neuerlichst von Kunzmann [10] ausführlich beschrieben wurden. Der an der oberen Fläche des Mast-Darms liegende und mit feinen Widerhacken besetzte Stachel ist in einer hornartigen Scheide eingeschlossen. Er besteht aus zwei der Länge nach verbundenen gerinnten und eine Röhre bildenden Theilen, welche in eine scharfe Spitze auslaufen. Zwei an die Scheide sich befestigende Muskel-Paare bewirken das Ausstrecken und Einziehen des Stachels. Das Gift ist in einer kleinen, wahrscheinlich mit einer Muskelhaut versehenen Blase enthalten, und wird in zwei langen und engen Schläuchen abgesondert. Aus der Blase wird es durch einen Ausführungsgang in die Scheide und von hier durch die Röhre des Stachels ergossen. Das Gift ist eine klare, wasserhelle Flüssigkeit, die nach Fontana viele Aehnlichkeit mit dem Schlangengifte haben soll.

Die Ameisen haben in ihrem Hinterleibe einen Giftbeutel, in dem eine ihnen eigenthümliche Säure abgesondert wird. Sie verwunden mit den Kiefern und spritzen das

Digitized by Google

Gift aus dem Beutel in die Wunde, wobei sie sich auf den hinteren Füssen aufrichten. Nach Gould's [11] Beobachtungen stülpen sie den Giftbehälter zuweilen nach aussen um. Bei Arten der Gattung *Myrmica Latr.* steht der Giftsack mit einem wahren Stachel in Verbindung. Die Laufkäfer *(Carabi)* spritzen, wie schon De Geer [12] bemerkte, einen scharfen Saft aus, der in Gefässen abgesondert wird, die neben dem Mastdarm liegen. Die merkwürdigen Bombardier-Käfer *(Brachinus crepitans, displosor)*, auch *Harpalus brasicus*, stossen mit Geräusch einen bläulichen Dampf aus dem Ende des Hinterleibes aus, wenn sie gereizt werden. Leon Dufour [13] bemerkte, dass der Rauch bei ersteren einen stechenden Geruch verbreitet, der eine auffallende Aehnlichkeit mit Scheidewasser hat. Er ist ätzend, röthet weisses Papier und bringt auf der Haut ein Brennen hervor.

Mehrere Raupen sondern scharfe Flüssigkeiten in Schläuchen ab, die unter der Haut liegen, und spritzen dieselben gegen ihre Verfolger aus; wie dies nach Rœsel's [14] Beobachtungen bei der Raupe des grossen Nacht-Pfauen-Auges *(Bombyx pavonia major Fabr.)* und nach De Geer [15] bei der Gabelschwanz-Raupe u. a. der Fall ist.

Die *Julus*-Arten verbreiten, wie De Geer und Latreille beobachtet haben, einen sehr unangenehmen Geruch. Savi [16] fand, dass aus ihrem Körper beim Zusammenrollen, oder wenn man ihn berührt, ein scharfriechender, gelbrother, ätzender, in Wasser und Weingeist löslicher Saft hervorquillt, der wie eine Säure reagirt, und gleich dem salpetersauren Quecksilber und dem salzsauren Gold, die Haut dauernd roth färbt. Die Quellen dieses Safts sind Bläschen, deren es an jedem Ringe auf beiden Seiten eins gibt, und welches sich mit einem Puncte, der einem Stigma gleicht, nach aussen öffnet.

Bei vielen Insekten, wie bei den Mücken *(Tipula)*, Bremsen *(Oestrus)*, Wanzen, besonders dem *Rhynchoprion persicum* u. a., hat der Speichel scharfe oder selbst giftige Eigenschaften. Die Skolopender haben in den Kinnladen ein Absonderungs-Organ, aus dem nach Leeuwenhoek's [17] und Mead's [18] Beobachtungen eine giftige Flüssigkeit durch eine feine Spalte entleert wird. Gleiches hat bei Spinnen und Taranteln statt. Unter den Mollusken sondern

Digitized by Google

die Aplysien einen ätzenden Saft in einer Drüse ab, deren Ausführungsgang sich neben der Mündung des Eyergangs öffnet.

1) *Generazione degli Insetti p.* 15.

2) *Continuatio Arcanorum naturae. Epist.* 123. *p.* 167.

3) *Expériences sur les scorpions*; in *Mém. de l'Acad. de Paris.* 1731. *p.* 223. *Pl.* 16. *Fig.* 1. 2.

4) *Oper. medic. T.* 2. *p.* 77. *Tab.* 3. *Fig.* 3. 4.

5) Beiträge zur Anatomie des Skorpions; in Meckel's Arch. für Anatomie und Physiologie. 1828. S. 29. Taf. 2. Fig. 9.

6) Beiträge zur vergl. Anat. B. 1. H. 2. S. 116.

7) Ueber den inneren Bau der Arachniden. S. 14.

8) *Micrographia. Londin.* 1668. *fol. Obs.* 34.

9) *Bibl. natur. T.* 1. *p.* 184 *Tab.* 18. *Fig.* 1. 2. 3. *Tab.* 19. *Fig* 3.

10) Ueber den Stachel der Bienen; in Hufeland's Journal der prakt. Heilkunde. Sept. 1820. S. 119.

11) *Account of english Ants. London* 1744. *p.* 34.

12) *Hist. des Insectes. T.* 4. *p.* 86.

13) *Annales du Muséum natur. T.* 18. *p.* 70.

14) Insekten-Belustigungen. B. 4. S. 162. Wenn man die Dornen berührt, mit den sie bedeckt sind, so spritzen sie eine klare, scharfe Flüssigkeit aus kleinen Löchern der Haut aus.

15) A. a. O. T. 1. p. 324.

16) *Opuscoli scientifici di Bologna.* 1817. *T.* 1. *p.* 321.

17) *Continuatio Arcanorum. Epist.* 24. *p.* 116.

18) A. a. O. T. 2. p. 76. Tab. 3. Fig. 2.

Eigenschaft des Absonderns.

§. 377.

Aus den angeführten Thatsachen erhellet, dass die Absonderung von Flüssigkeiten eine allen organischen Körpern, den Pflanzen wie den Thieren, zukommende Lebens-Aeusserung ist, die sich zunächst auf das Ernährungs- und Zeugungs-Geschäft bezieht, und eben dadurch für die Erhaltung der Einzelwesen, wie für das Fortbestehen der Gattungen gleich nothwendig ist. Die Thiere sondern verschiedenartigere Flüssigkeiten in grösserer Menge und anhaltender als die Gewächse ab, und zwar um so bemerkbarer, je mehr der Bau der Thiere eine grössere Combination darbietet, und je mannigfaltiger und intensiver ihre Lebens-Aeusserungen sind. Dies ist wohl darin begründet,

Digitized by Google

dass die Thiere nicht bloss, wie die Pflanzen, im Bilden, Entwickeln und Wachsen begriffen sind, sondern dass sich auch die Mischung aller Organe und Gewebe gleichzeitig mit ihren Kraft-Aeusserungen fortdauernd verändert, und dass sich ihr materielles Substrat entbildet, zersetzt und wieder von Neuem bildet. Die durch Einsaugung aus den Organen aufgenommenen entbildeten und veränderten Materien gelangen in das Blutgefäss-System, und werden aus diesem in verschiedener Form und durch zahlreiche Werkzeuge ausgeschieden. Von der andern Seite werden die zum Ersatze dienenden und in grosser Menge in den Verdauungs-Apparat geführten Nahrungsmittel durch mehrere abgesonderte Säfte verschiedener Art verflüssigt und dem Blute verähnlicht. Bei den Gewächsen dagegen scheint sich die Absonderung bloss auf die Bereitung des Bildungssafts durch Ausscheidung von Materien und auf die Production der Zeugungs-Flüssigkeiten zu beziehen, ohne dass Auswurfs-Materien ausgeschieden werden, die aus einer fortdauernden Veränderung und einem Wechsel der Materien der einmal gebildeten Organe ihren Ursprung nehmen. Bei den Pflanzen sind die Vorgänge des Absonderns, wie die des Einsaugens, Athmens und Wachsens, mehr von äusseren Einflüssen, dem Lichte, der Wärme, der Luft und dem Wechsel der Tages- und Jahres-Zeiten abhängig, während sie bei den Thieren mehr durch innere Reize, die im Nervensystem auf eine automatische Weise erzeugt werden, bedingt sind.

§. 378.

Die Absonderungen, als den organischen Körpern eigenthümliche Vorgänge, lassen keine Erklärung aus mechanischen und chemischen Principien zu, wie die von den jatromechanischen und jatro-chemischen Schulen aufgestellten Theorien zur Genüge erwiesen haben. Sie sind Acte des Lebens, die nur als Wirkungen von organischen Kräften betrachtet werden können. Einige Physiologen haben eine eigene Secretions-Kraft angenommen, durch die sie die Absonderungen geschehen lassen. Einer solchen Annahme bedarf es nicht. Die Secretionen, wenn sie nicht in blosser Verdunstung von Flüssigkeiten bestehen, wobei sie jedoch

Digitized by Google

auch durch die Lebensthätigkeit der Kanäle, in denen die Flüssigkeiten enthalten sind, bedingt werden, müssen, wie G. R. Treviranus [1] treffend bemerkt hat, als Wirkungen derselben Kraft angesehen werden, welche die organischen Körper hervorbringt und in ihren Eigenschaften erhält, nämlich der Bildungskraft, unter deren Herrschaft alle das Leben begleitenden Mischungs-Verhältnisse stehen. Die Vorgänge, wodurch die festen Theile gebildet und ernährt werden, und die Absonderungen von Flüssigkeiten sind dem Wesen nach Wirkungen einerlei Art. Bei der Ernährung und Absonderung üben die Organe eine Anziehung auf Bestandtheile des ihnen zugeführten Nahrungssafts aus, die sie nach ihren vitalen Eigenschaften auf eine eigenthümliche Weise verändern. Zwischen der Ernährung und Absonderung zeigt sich nur der Unterschied, dass bei jener Bestandtheile des Nahrungssafts in die feste organische Form gebracht werden, während bei dieser zugleich Bestandtheile desselben in besondere organische Verbindungen umgewandelt und aus den Organen entleert werden. Eine abgesonderte Flüssigkeit, der weibliche Zeugungsstoff, kann sich jedoch auch unter gewissen Bedingungen gestalten und eine feste organische Form annehmen, so dass hier selbst jener Unterschied wegfällt.

Die Vorgänge des Absonderns bezwecken wie die des Bildens und Ernährens die Erhaltung des Einzelwesens und das Fortbestehen der Gattung. So wie sich die Bildungsthätigkeit in jeder Art von organischen Körpern bei der Hervorbringung neuer Einzelwesen auf eine besondere eigenthümliche Weise äussert, und so wie jedes einzelne Gebilde und Organ sich durch die Ernährung in seiner Organisation und vitalen Eigenschaft erhält; so haben auch die Absonderungen bei jeder Art von lebenden Körpern ihren eigenthümlichen Charakter, und jedes Secretions-Organ bereitet nach Verschiedenheit seines Baues und Lebens seine besondere Flüssigkeit. Jedes Werkzeug der Absonderung wird durch eigenthümliche, zum Theil in der Beschaffenheit des Nahrungssafts liegende und nach der Qualität der aufgenommenen Nahrungsmittel verschiedene, Reize in Thätigkeit versetzt. Auch äussere, die Secretions-Organe treffende Reize, vermögen die Absonderungen zu modifici-

Digitized by Google

ren. Mancherlei Umstände ferner, welche die Thätigkeit der absondernden Werkzeuge im gesunden und kranken Zustande verändern, bringen Veränderungen in den Eigenschaften ihrer Absonderungs-Producte hervor. Doch hiervon wird ausführlicher in der Lehre von der Absonderung des menschlichen Körpers gehandelt, wo die nöthigen Belege zu diesen Behauptungen beigebracht werden.

1) Biologie. B. 4. S. 624.

Zweite Abtheilung.

Entwickelung von Imponderabilien.

§. 379.

Mit den Thätigkeits-Aeusserungen der lebenden Körper, wodurch sie sich eine Zeit lang in bestimmter Mischung, Organisation und Wirksamkeit erhalten, ist in vielen zugleich die Entwickelung von imponderabelen Materien, Wärme, Licht und Elektricität, verbunden, welche meistens als eine Folge der die Ernährungs-Verrichtungen begleitenden materiellen Veränderungen angesehen werden muss. In den Streit der Physiker, ob die Imponderabilien für sich bestehende Materien eigener Art, oder nur Thätigkeits-Zustände von Materien sind, haben wir nicht nöthig uns einzulassen. Es kann genügen, ihre Erscheinungen an den organischen Körpern, in den allgemeinsten Umrissen, zu schildern, die sie bedingenden Verhältnisse anzuführen, und deren Wichtigkeit für die organische Oekonomie anzudeuten.

Digitized by Google

Erstes Kapitel.

Von der Wärme-Entbindung lebender Körper.

§. 380.

Unorganische Körper zeigen Wärme, wie aus der Physik sattsam bekannt ist, bei der Einwirkung des Sonnenlichts, bei der Verbrennung, in vielen Fällen bei mechanischer Zusammendrückung, Reibung und Erschütterung, so wie bei Aenderung ihres Aggregations-Zustandes und ihrer Mischung, und bei dem Einflusse der Elektricität. Jeder erwärmte todte Körper erkaltet durch Ausstrahlung oder Abgabe seiner Wärme, und setzt sich in den Temperatur-Verhältnissen mit den umgebenden Körpern ins Gleichgewicht. Die Mehrzahl der lebenden Körper dagegen ist mit der Eigenschaft begabt, Wärme durch eigene Thätigkeit zu erzeugen, und ihren Wärmegrad bei Verschiedenheit der äusseren Temperatur, innerhalb gewisser Schranken, zu behaupten. Diese Eigenschaft ist eine Wirkung des Lebens. Erst wenn die eigenthümlichen Kräfte der organischen Körper erloschen sind, setzt sich ihre Temperatur mit den sie umgebenden Körpern ins Gleichgewicht. Untersuchen wir zuvörderst, welche organische Körper eigenmächtig Wärme erzeugen.

I. *Wärme der Gewächse.*

§. 381.

Ob die Pflanzen Wärme entwickeln ist eine Frage, die im Streite liegt. Mehrere Naturforscher, John Hunter [1], Senebier [2], Schoepf [3], Salomé [4], Hermbstaedt [5], Schrank [6] u. a. schreiben ihnen die Eigenschaft zu, sich in eigen-

Digitized by Google

thümlicher Temperatur zu erhalten, und selbstthätig Wärme zu erzeugen. Andere dagegen, Fontana [7], Nau [8], G. R. Treviranus [9]. Schuebler und Halder [10] sprechen ihnen ein solches Vermögen ab. Jene stützen sich auf die Wahrnehmung, dass Gewächse in sehr verschiedenen äusseren Temperatur-Verhältnissen ausdauern. Die Bäume und Sträucher der nördlichen Länder ertragen nicht selten eine Kälte von 30° C., ohne zu erfrieren, während die der Tropen-Länder oft einer Wärme von 35 bis 40° C. ausgesetzt sind, ohne abzusterben. Ferner wollen sie beobachtet haben, dass Thermometer, in Löcher lebender Bäume eingesenkt, nicht mit denen in der freien Luft befindlichen oder in todte Bäume eingebrachten, übereinstimmten, und nicht mit Veränderung der äusseren Temperatur stiegen oder fielen. Nach Schoepf's und Salomé's Beobachtungen hält die Temperatur der Gewächse das Mittel zwischen dem höchsten und niedersten Grade der Wärme der sie umgebenden Luft; so dass sie im Sommer eine geringere Temgeratur als diese, während des Winters dagegen eine höhere zeigen. Auch Birkander [11] will die Bäume in Schweden zur Zeit des Winters wärmer als die Luft gefunden haben. Nach den Ansichten obiger Naturforscher wird das Bestehen der Pflanzen in der Kälte durch innere Wärme-Entwickelung bedingt; die Eigenschaft dagegen bei hoher äusserer Temperatur Kälte zu erzeugen sey in der Ausdünstung begründet. Nur bei grossen Excessen in der äusseren Temperatur finde das Absterben der Gewächse statt. Einige Physiologen vermuthen, Wärme werde beim Uebergang der Säfte in die festen Theile entbunden. Th. de Saussure hält es für wahrscheinlich, dass während der Nacht bei der Aufnahme von Sauerstoffgas durch die grünen Theile der Pflanzen, und beim Ausscheiden von Kohlensäure, wie beim Athmen der Thiere, Wärme erzeugt werde.

1) *Experiments in animals and vegetables, with respect to the power of producing heat; in Philos. Transact.* 1775. *p.* 116. *On the heat of animals and vegetables*; *ib.* 1778. *P.* 1. *p.* 6.

2) *Les végétaux ont-ils une chaleur qui leur soit propre, et comment supportent-ils dans nos climats les froids de l'hiver?*; *in Journ. de Physique. T.* 40. *p.* 173.

3) Naturforscher. St. 23. S. 1.

Digitized by Google

4) *Annales de Chimie. T.* 40. *p.* 113.

5) Magazin der naturforschenden Gesellschaft zu Berlin. B. 1. S. 316.

6) Ueber die Lebhaftigkeit einiger Pflanzen; in Denkschriften der Münchner Akademie. J. 1809 u. 1810. S. 81.

7) *Efemeride chemico-mediche.* 1805. *p.* 236.

8) Schriften der Wetterauer Gesellschaft. B. 1. S. 27.

9) Biologie. B. 5. S. 4.

10) Ueber die Temperatur der Vegetabilien. Tübingen 1826.

11) Svenska Akadem. Handl. 1790. S. 136.

Anmerkung. Ich habe zur Erleichterung des Ueberblicks die Angaben der Naturforscher über die Wärmegrade, die bald nach Fahrenheit's, bald nach Réaumur's, oder nach De Luc's Thermometer angegeben sind, alle auf das Thermometer von Celsius, oder das Hundertgrädige reducirt.

§. 382.

Jenen Behauptungen stehen Fontana's, wiewohl nicht mit grosser Umsicht angestellte, Versuche entgegen, denen zufolge die Gewächse keine eigene Wärme haben, und ihnen solche nur von aussen mitgetheilt wird. G. R. Treviranus unterwarf die von obigen Naturforschern gemachten Versuche einer Beurtheilung, und zeigte, dass sich aus ihnen nur folgern lasse, die Gewächse seyen mit einem geringen Leitungs-Vermögen für die Wärme begabt. Dieses und ihre Verbindung durch die Wurzeln mit der Erde, welche schon in geringer Tiefe nicht durch die Jahreszeiten in ihren Temperatur-Verhältnissen verändert werde, seyen die beiden Mittel, durch die sie sich in einer gewissen mittleren Temperatur erhielten und gegen die Extreme der atmosphärischen Wärme schützten. Die neuesten von Schuebler und Halder angestellten Versuche scheinen dieser Theorie günstig zu seyn. Sie setzten in Löcher, welche sie in lebende Stämme von Laub- und Nadel-Hölzern bis in die Achse gebohrt hatten, correspondirende Thermometer ein. Dasselbe geschah zur Vergleichung an einem abgestorbenen Baumstamm. Die Thermometer wurden auf der nördlichen Seite der Bäume so eingebracht und an den Seiten geschützt, dass sie nicht von der Sonne beschienen werden konnten. Zu verschiedenen Jahres- und Tages-Zeiten wurden sie mit denen in der äusseren Luft befindlichen verglichen. Es ergaben sich hieraus folgende Resultate:

Digitized by Google

1) Die Bäume haben Morgens bei Sonnen-Aufgang und bei heiterem Himmel immer eine höhere Temperatur als die Luft; Mittags und in den Nachmittags-Stunden dagegen während der grössten Wärme des Tags ist ihre Temperatur geringer. Diese Verschiedenheit zeigt sich nicht nur während des Sommers, sondern auch mitten im Winter.

2) Die Temperatur des Innern der Bäume weicht Morgens und Mittags von der der umgebenden Luft desto mehr ab, je dicker die Bäume sind, und je mehr das Thermometer in dem unteren, der Erde nahen, Theil des Stamms eingesetzt ist.

3) Die Verschiedenheit der Temperatur der Luft und der Bäume ist um so grösser, je schneller und bemerkbarer Veränderungen in der Temperatur der Atmosphäre eintreten. Sie zeigt sich daher am auffallendsten an heiteren Tagen, an denen die tägliche Temperatur-Veränderung in unserem Klima nicht selten von Sonnen-Aufgang bis Nachmittags 2 Uhr 12 bis 18° C. beträgt. Die täglichen Extreme der Wärme und Kälte erreichen die Bäume gewöhnlich nicht, weil sich die Temperatur der äusseren Luft nur langsam in das Innere der Bäume, als schlechte Wärmeleiter, fortpflanzen kann, und die Temperatur der freien Luft gewöhnlich nur kurze Zeit auf den täglichen Extremen beharret. Je länger die Temperatur der Atmosphäre gleichförmig bleibt, um so mehr nähert sich ihr die Temperatur der Bäume.

4) Bäume verschiedener Art zeigen unter gleichen Umständen keine bemerkbare Verschiedenheit in ihrer Temperatur.

5) Die Temperatur der Bäume kann sich bedeutend erniedrigen, ohne dass ihnen dies nachtheilig ist. Bei der ungewöhnlich lang andauernden Kälte des Januars 1826, wobei sich die Temperatur drei Wochen lang, selbst Mittags, nicht über den Gefrier-Punkt erhob, standen die in die Bäume eingesenkten Thermometer anhaltend unter dem Eispunkt. Sie sank selbst nicht selten 7 bis 10 Grad C. unter Null, ohne dass die Bäume Schaden gelitten hätten. Manche jedoch, wie *Phormium tenax, Vitex agnus, castus, Coriaria myrtifolia* u. a. starben ab. Das Innere der Bäume ist bei grossen Kälte-Graden wirklich gefroren.

Digitized by Google

6) In den Sommer-Monaten steigt die Temperatur der Bäume nicht selten bis zu 18 und 20° C. über Null, wiewohl langsamer als die Temperatur der Atmosphäre. Auch ist dies bemerkbarer an Bäumen von kleinerem als grösserem Umfang.

Als Haupt-Resultat ergibt sich aus ihren Versuchen, dass die Gewächse zwar eine gewisse mittlere Temperatur beibehalten, die jedoch nicht als Folge einer sich in ihrem Inneren entwickelnden Wärme angesehen werden kann, sondern sich vollkommen aus der schlechten Wärme-Leitungs-Fähigkeit der vegetabilischen Faser und des Holzes erklären lässt, wobei die Temperatur der umgebenden Luftschichten nur langsam in das Innere der Pflanzen eindringen kann.

§. 383.

Die Gewächse scheinen demnach nicht mit der Eigenschaft begabt zu seyn, eigenmächtig Wärme zu erzeugen, oder es kommt ihnen ein solches Vermögen nur in sehr geringem Grade zu. Beim Keimen jedoch wird Wärme entbunden, wie Thomson [1] an der Gerste wahrnahm. Ferner gibt es Verhältnisse, unter denen Pflanzen einen hohen Grad von Wärme zeigen. Lamark [2] machte zuerst die Beobachtung, dass sich in den ausgebildeten Blüthen des *Arum italicum* Wärme entwickelt, die nicht nur mittelst des Thermometers, sondern selbst durch das Gefühl zu bemerken ist. Senebier [3] bestätigte dies beim *Arum maculatum*, und fand, dass die Blüthenkolben dann vorzüglich Wärme entwickeln, wann sie aus ihren Scheiden hervortreten. Das Thermometer stieg in den Blüthen um 8,70° C. höher als in der Luft, worin sich die Gewächse befanden. Dieselbe Erscheinung nahm Hubert, nach Bory-St.-Vincent's [4] Mittheilungen, auf Isle de France am *Arum cordifolium* wahr. Die Blüthen erlangten beim Aufgang der Sonne eine solche Wärme, dass das Thermometer angeblich von 23,33 auf 56,67° C. stieg. Die männlichen Blüthentheile entwickelten mehr Wärme als die weiblichen. In geringerem Grade nahm ferner Bory-St.-Vincent Wärme-Erzeugung an den Blüthen von *Pandanus utilis* wahr. Neuerlichst hat Th. de Saussure [5] Versuche am *Arum maculatum* angestellt. Er brachte einen Blüthenkolben in ein gläsernes Gefäss mit

Digitized by Google

atmosphärischer Luft, worauf seine innere Fläche bald in dem Grade mit Thau beschlagen wurde, dass man die Blüthen nicht mehr sah. Nach 24 Stunden war die eingeschlossene Luft der Menge nach nicht vermindert, doch war ein Fünftheil ihres Sauerstoffs verschwunden und durch kohlensaures Gas ersetzt. Da er die einzelnen Theile der Blüthe eines *Arum's* einschloss, so zeigte sich, dass die Geschlechtstheile die grösste Menge Sauerstoffs consumirten. Dieselben Erscheinungen traten im Ganzen bei *Arum dracunculus* ein. Auch nahm er Wärme-Entwickelung an den Blüthen von *Cucurbita melo, pepo, Bignonia radicans* und *Polyanthus tuberosa* wahr. Saussure meint die Wärme-Erzeugung sey die Folge einer schnellen Verbindung des Sauerstoffs mit dem Kohlenstoff der Gewächse. Allerdings scheint die reichliche Bildung des kohlensauren Gases mit der höheren Temperatur der Blüthen in naher Beziehung zu stehen. Ob aber die erstere die Ursache der letzteren ist, oder ob beide durch eine organische Kraft bedingt werden, und die gleichzeitigen Wirkungen eines organischen Processes sind, was wahrscheinlich ist, muss durch weitere Versuche ausgemittelt werden. Diese Beobachtungen beweisen wenigstens, dass den Gewächsen, die Eigenschaft, Wärme zu erzeugen, nicht gänzlich abgesprochen werden kann. Hiefür sprechen endlich die neulich von J. Murray [6] angestellten Versuche über die Wärme verschieden gefärbter Blumen. Bei einer Luft-Temperatur von 26,11° C. zeigten die Blüthen einer weissen Lilie dieselbe Wärme; bei einer Luft-Temperatur von 25° betrug die Wärme in einer blauen *Tradescantia* 26,11°; bei einer Luft-Wärme von 24,44° betrug die eines gelben *Cistus* 26,11°; und bei einer Luft-Temperatur von 27,22° zeigte die scharlachrothe Blüthe eines *Geranium* 30,56° Wärme.

1) *Système de Chimie. ed.* 5. T. 4. *p.* 344. Er sah an Gerste, die gemalzt wurde, nachdem man sie nicht umgewendet hatte, in einer Nacht Würzelchen von 13 Millimeter Länge hervorwachsen, wobei die Temperatur bis 38° C. stieg.

2) *Encyclopédie méthod. T.* 3. *p.* 9. *Art, Aron d'Italie.*

3) *Physiologie végét. T.* 3. *p.* 314.

4) *Voyage dans les quatre principales îles des mers d'Afrique. T.* 2. *p.* 66.

Digitized by Google

5) *Annales de chimie et phys.* 1822. *Nov. T.* 21. *p.* 286. Die Menge der in den Recipienten eingeschlossenen Luft betrug 1000 Centimetres cubes. Es wurden in der angegebenen Zeit 200 Centimetres cubes Sauerstoffs verzehrt, und durch eben so viel kohlensaures Gas ersetzt. Blüthen, die keine Wärme mehr entbinden, bringen kein Beschlagen des Glases mit Dunst hervor.

6) *Experimental Researches. Glasgow* 1826. *p.* 9.

II. *Wärme der Thiere.*

§. 384.

Alle Thiere scheinen mit der Eigenschaft begabt zu seyn, Wärme zu entbinden, und bei dem mit den Tages- und Jahres-Zeiten verbundenen Wechsel der Temperatur-Verhältnisse, innerhalb gewisser Gränzen, einen eigenen Wärme-Grad zu behaupten. Unter den gewöhnlichen Umständen wird den Thieren, mit Ausnahme der Eingeweide-Würmer, durch die Medien, in denen sie sich aufhalten, Wärme entzogen, die sie wieder erzeugen. Sinkt die äussere Temperatur aber in einem hohen Grad und beharrt sie darauf längere Zeit, so erschöpft sich endlich ihr Vermögen Wärme zu entwickeln, ihre Temperatur nimmt immer mehr ab, und sie erfrieren. Werden dagegen Thiere einer ihre Temperatur übersteigenden Wärme ausgesetzt, und wird ihnen von Aussen Wärme mitgetheilt, so äussert sich dennoch bei vielen das Bestreben sich in eigener Temperatur zu erhalten, indem sie die ihnen zugehende Wärme durch Verdünstung von Flüssigkeiten entfernen, und Kälte erzeugen. Der den Thieren zukommende Wärme-Grad ist nach den Klassen, Ordnungen, Gattungen und Arten sehr verschieden. Selbst nach den Entwickelungs-Perioden, den Jahres-Zeiten, und mancherlei andern, ihre Lebens-Aeusserungen modificirenden, Umständen zeigen sich Verschiedenheiten. Endlich sind auch die Gränzen verschieden, innerhalb der sie bei hohen Graden von äusserer Wärme und Kälte ihre eigene Wärme zu erhalten im Stande sind. Am bemerkbarsten, und durch unser Gefühl wahrnehmbar, ist die Wärme der Thiere der beiden oberen Thier-Klassen, der Säugethiere und Vögel. Bei diesen äussert sich das Bestreben, eine eigene Temperatur zu behaupten, und der äusseren Kälte und Wärme zu widerstehen, am auffallend-

Digitized by Google

sten. Aber auch den übrigen, für unser Gefühl kalten Thieren, den Amphibien, Fischen, Krebsen, Insekten, Mollusken und Würmern, welche von den Naturforschern fälschlich kaltblütige Thiere genannt worden sind, kommt ein eigenthümlicher, wiewohl nach den äusseren Temperatur-Verhältnissen mehr wandelbarer Wärme-Grad zu, der sich mit Hülfe des Thermometers ausmitteln lässt. Führen wir zur Bestätigung dieser Behauptung Beobachtungen und Versuche an, die hier allein entscheiden.

§. 385.

Die Säugethiere zeigen bald nach der Geburt eine Temperatur, welche die der Atmosphäre übersteigt, und in der sie sich, mit wenigen Ausnahmen, das ganze Leben hindurch gleichmässig erhalten, wie sich aus den von Martine [1], J. A. Braun [2], John Hunter [3], Pallas [4], Edwards [5],

	Luft-Temperatur.	
Simia aygula	+ 30° C.	Ceylon
» *sabaea*		
Pteropus vampyrus	21	Ceylon
Vespertilio noctula		Sommer
» *pipistrellus*		»
»	22	
»	18	
»	7	
»	1,25	
Erinaceus europaeus		wachender Zustand
» »	22	
» »	18	
» »	7	
» »	1,25	
Mygale moscovitica		
Ursus maritimus	2,8	Hafen Bowen
» »	— 11,6	» »
» »	— 18,3	» »
Mustela putorius		

Digitized by Google

John Davy [6] u. a. angestellten Beobachtungen ergibt. Die neugebornen Thiere der meisten Raubthiere und Nagethiere jedoch sind Anfangs noch nicht im Stande den zu ihrem Fortbestehen nöthigen Wärme-Grad selbst zu erzeugen, sondern die Mutter muss ihnen diesen mittheilen. Nach Edwards [7] schätzbaren Versuchen ist die Wärme der neugebornen Hunde, Katzen und Kaninchen so gering, dass sie sich wie kaltblütige Thiere verhalten. Liegen sie bei der Mutter, so haben sie eine Wärme, die nur 1 bis 2° C. geringer als die der Mutter ist. Werden sie aber von dieser bei 10 bis 20° C. Luft-Wärme entfernt, so erkalten sie schnell und binnen wenigen Stunden ist ihre Wärme der der Luft gleich.

Die Wärme der Säugethiere zeigt nach den Ordnungen und Gattungen Verschiedenheiten, wie aus der beigefügten Tabelle erhellet.

Wärme der Thiere.	Ort dessen Wärme gemessen.	Beobachter.
+ 39,7° C.	Achselgrube	*J. Davy.*
35,5	Blut	*Prevost* und *Dumas* [8].
37,86		*J. Davy.*
38,89		*Pallas.*
40,56 bis 41,11		»
31	Brust neben dem Herzen	*Saissy* [9].
29,75	» » » »	»
14	» » » »	»
5	» » » »	»
35 bis 36,11	» » » »	*J. Hunter.*
36	am Herzen	*Saissy.*
34	» »	»
15	» »	»
5	» »	»
36,67		*Pallas.*
37,8	gleich nach dem Tode	*Cap. Lyon* [10].
37,8	» » » »	» »
37,5	» » » »	» »
38,36		*Pallas.*

Digitized by Google

	Luft-Temperatur.	
Mustela erminea		
Herpestes ichneumon	+ 27° C.	Ceylon
Felis catus		
» »		
» »		
» »	15,15	
» »	15,5	England
» »	26	Ceylon
» *tigris*	26,5	»
Canis domesticus		
» »		
» »		Ceylon
» »		
» »		
» *lupus*		
» »	— 32	Hafen Bowen
» *lagopus*	— 7,2	» »
» »	— 13,8	» »
» »	— 33,3	» »
Phoca vitulina		
Hypudaeus oeconomus		im Winter
Myoxus nitela	+ 22	
» »	18	
» »	7	
» »	1,25	
Mus musculus	15,56	
» »	— 10,56	
» »		im Winter
» *rattus*?	26,5	Ceylon
Cricetus vulgaris		im Sommer
Arctomys marmotta	+ 22	
» »	18	
» »	7	
» »	1,25	
» *bobac*		im Sommer
» *citillus*		» »

Digitized by Google

Wärme der Thiere.	Ort dessen Wärme gemessen.	Beobachter.
+ 40,25° C.		*Pallas.*
39,4		*J. Davy.*
38,50		*Braun.*
37 bis 39		*Martine.*
38,3	Blut	*Prevost* und *Dumas.*
39,78		*Despretz* [11].
38,3		*J. Davy.*
38,9		»
37,2		»
37,39		*Martine.*
38,50	Mastdarm	*J. Hunter.*
39,3		*J. Davy.*
37,4	Blut	*Prevost* und *Dumas.*
38,33	»	*Turner.*
35,24	»	*Pallas.*
40		*Lyon.*
40,5		»
41,1		»
40		»
38,89		*Martine.*
36,11		*Pallas.*
37,5	am Herzen	*Saissy.*
36	» »	»
23	» »	»
4	» »	»
35 bis 37		*J. Hunter.*
25,56 bis 26,67		»
41,12 bis 42,78		*Pallas.*
38,8		*J. Davy.*
39,44		*Pallas.*
38	am Herzen	*Saissy.*
37,50	» »	»
34,25	» »	»
5	» »	»
37,38 bis 38,89		*Pallas.*
39,44		»

Digitized by Google

	Luft-Temperatur.
Sciurus vulgaris	
»	+ 27° C. Ceylon
Lepus	26,5 »
» *glacialis*	— 21,1 Hafen Bowen
» »	— 21,8 » »
» »	— 28,3 » »
» *variabilis*	bei strenger Kälte
» *pusillus*	» » »
» *cuniculus*	
» »	
» »	
Cavia cobaya	
» »	
» »	+ 15,15
Manis pentadactyla	26,67 Ceylon
Elephas indicus	26,7 »
Sus scropha jun.	
» »	23,9 »
Equus caballus	
» »	
Moschus moschiferus	
Capra	
»	
»	26 »
Ovis	
»	
»	
»	im Sommer in England
»	27 Ceylon
Bos taurus	
» »	
» » *vitulus*	
» »	im Sommer in England
» »	26 Ceylon
Delphinus phocaena	18 Luft, 17 Wasser
»	23,7 auf dem Meer
Monodon monoceros	
Balaena mysticetus	

Digitized by Google

Wärme der Thiere.	Ort dessen Wärme gemessen.	Beobachter.
+ 40,56° C.		*Pallas.*
38,8		*J. Davy.*
37,8		»
38,9		*Lyon.*
38,9		»
38,9		»
39 bis 40		*Pallas.*
40		»
37,48	Mastdarm	*J. Hunter.*
38	Blut	*Prevost* und *Dumas.*
38 bis 40		*De la Roche.*
38	»	*Prevost* und *Dumas.*
38,89		*De la Roche.*
35,76		*Despretz.*
32,22		*J. Davy.*
37,5		»
40	innere Theile und Blut	*Braun.*
40,5		*J. Davy.*
36,8	Blut	*Prevost* und *Dumas.*
36,11	»	*Turner.*
38,89		*Pallas.*
38,33	innere Theile und Blut	*Braun.*
39,2	Blut	*Prevost* und *Dumas.*
39,5		*J. Davy.*
38,9	innere Theile und Blut	*Braun.*
38	Blut	*Prevost* und *Dumas.*
38,89 bis 39,44	»	*Turner.*
39,1		*J. Davy.*
40		»
37,28	Mastdarm	*J. Hunter.*
37,78 bis 38,33	Blut	*Turner.*
40	innere Theile und Blut	*Braun.*
37,8		*J. Davy.*
38,9		*J. Davy.*
35,50	Blut	*Broussonet* [12].
37,5		*J. Davy.*
35,56		*Scoresby* [13].
38,89		»

Digitized by Google

Die Wärme der verschiedenen Organe eines Säugethiers bietet nach J. Hunter's und J. Davy's [14] Beobachtungen Verschiedenheiten dar. Ersterer fand bei einem Hunde die Temperatur des Mastdarms 37° C., die der Leber-Substanz 38, die des Magens und der rechten Herzkammer 38,33. Letzterer nahm bei Lämmern wahr, dass die Wärme des Hirns 40, die des Mastdarms 40,56, die der rechten Herzkammer, der Leber- und Lungen-Substanz 41,11 und die der linken Herzkammer 41,67 Grad zeigte.

1) G. Martine *Medical and philosoph. Essays. London* 1740. Martini *De similibus animalibus et animalium calore. Libri duo. Londini* 1740. 8.

2) *De calore animalium*; in *Nov. Commentar. Ac. Petropol. T.* 13. *p.* 419.

3) *Experiments on animals and vegetables, with respect to the power of producing heat*; in *Philos Transact.* 1775. *P.* 2. *p.* 446. *Of the heat of animals and vegetables.* 1778. *P.* 1. *p.* 7.

4) *Novae species quadrupedum e glirium ordine. Erlang.* 1774. 4.

5) *De l'influence des agens physiques sur la vie. Paris* 1824. *Ch.* 14. *De la température.*

6) *Observations on the Temperature of man and other animals*; in *Edinb. Philos. Journal.* 1826 *Jan.*

7) A. a. O. p. 82. *De la chaleur des jeunes animaux.*

8) *Bibliothèque universelle. T.* 17. *p.* 294.

9) *Recherches expérimentales sur la physique des animaux mammifères hybernans. Paris* 1808.

10) Er begleitete Parry bei der zweiten Reise zur Entdeckung einer nordwestlichen Durchfahrt. *Temperatures de quelques animaux du Nord, prises au port Bowen*; in *Annales de chimie et phys. Fevr.* 1825. *p.* 223.

11) *Recherches expérimentales sur les causes de la Chaleur animale*; in *Annales de chimie et physique. Août* 1824. *T.* 26. *p.* 337.

12) *Mém. de l'Acad. de Paris.* 1785. *p.* 192.

13) *An account of the Arctic Regions. Edinb.* 1820. *T.* 1. 477.

14) *Philosoph. Transact.* 1814. *P.* 2. *p.* 597.

§. 386.

Die Eigenschaft, Wärme zu erzeugen und in einer kalten Temperatur auszudauern, bietet bei den Gattungen von Säugethieren eine bewunderungswürdige Verschiedenheit dar. Bei manchen Thieren, wie bei den Murmelthie-

Digitized by Google

ren *(Arctomys)*, Schläfern *(Myoxus)*, Igeln, Fledermäusen u. a. nimmt die Wärme, so wie sich die Luft-Temperatur dem Gefrier-Punkte nähert, in dem Grade ab, dass sie kaltblütigen Thieren gleichen, und bei 10 bis 12 Grad C. unter Null erfrieren sie, wie durch die Versuche von Pallas, J. Hunter, Spallanzani, Reeve, Mangili, Prunelle, Saissy u. a. erwiesen ist, und worauf wir bei der Winter-Erstarrung zurückkommen werden. Andere Thiere dagegen, wie die der Polarländer, dauern bei einer Kälte von 40 Grad unter Null aus, und behaupten ihre eigene Wärme. So ist die Temperatur an der Mellville Insel, nach Parry's Beobachtungen, fünf Monate hindurch so niedrig, dass das Quecksilber gefriert (bei 39,5° C.), ja sie sinkt zuweilen bis auf 46 Grad unter Null, und dennoch leben dort Bisam-Ochsen, Rennthiere, weisse Hasen, Polar-Füchse und Eisbären.

Werden Säugethiere einer Temperatur ausgesetzt, die ihre eigene Wärme übersteigt, so nimmt ihre Temperatur zwar um 6 bis 7 Grad zu, doch nicht in gleichem Maasse wie die äussere Wärme im Wachsen begriffen ist, wie aus Duntze's [1], De la Roche's und Berger's [2] Versuchen erhellet. Die Wärme von Hunden, welche Duntze einer Temperatur von 40 bis 60 Grad aussetzte, stieg nur bis auf 43 bis 46 Grad, und die Thiere starben binnen wenigen Stunden. De la Roche und Berger brachten Kaninchen und Meerschweinchen in eine Temperatur von 50 bis 90 Grad C., ihre Wärme erhob sich nur um einige Grade. Wurden die Thiere nicht bald in ein kälteres Medium gebracht, so starben sie. Den Thieren kommt also die Eigenschaft zu, in einem Medium, das ihre Wärme übersteigt, Kälte zu erzeugen, und dies ist in der eintretenden stärkeren Verdünstung ihrer Säftemasse begründet, welche ein Lebensact ist, und wodurch die ihnen von aussen zugegangene Wärme in gebundenem Zustande ausgestossen wird. Diese Erscheinung ist nicht bloss in einem geringen Leitungs-Vermögen der thierischen Körper für die Wärme begründet, wie man ehemals vermuthete, indem todte Säugethiere, einem hohen Wärmegrad ausgesetzt, diese aufnehmen, und sich mit der äusseren Wärme ins Gleichgewicht setzen.

Digitized by Google

1) *Experimenta calorem animalium spectantia. Lugd. Bat.* 1754.

2) *Expériences sur les effets qu'une forte chaleur produit dans l'économie animale. Paris* 1806, und De la Roche im *Journal de Physique. T.* 71. *p.* 289.

	Luft-Temperatur.	
Vultur barbatus		
Falco ossifragus		
Falco nisus		
» *palumbarius*		
» *lanarius*		
Strix passerina		
» *aluco*	+ 15,15° C.	
»	15,6	
Psittacus pullarius	24,4	Ceylon
Picus major		
Merops apiaster		
Corvus	29,4	Ceylon
» *corax*	15,15	
Turdus	15,5	»
Emberiza nivalis (7 Exemp.)	15,15	
Emberiza		
Loxia pyrrhula		bei grosser Kälte
Fringilla carduelis		
» *domestica foem.*		
» » *mas.*		
» »	15,15	
» *linaria mas.*		
» » *foem.*		
» *spinus*		
Parus major		
Hirundo lagopus		
Caprimulgus europaeus		
Columba		
»	15,15	
»	15,5	
»	25,5	Ceylon

Digitized by Google

§. 387.

Die Wärme der Vögel übersteigt noch um einige Grade die der Säugethiere, und zeigt sich am grössten bei den kleineren Vögeln, wie aus der beigefügten Tabelle erhellet.

Wärme der Vögel.	Theile deren Wärme gemessen.	Beobachter.
+ 41,94° C.		*Pallas* [1].
40,28		»
42,22		»
43,18		»
42,92		»
40,82		»
40,91		*Despretz.*
40		*J. Davy.*
41,1		»
39,44		*Pallas.*
40		»
42,1		*J. Davy.*
42,91		*Despretz.*
42,8		*J. Davy.*
42,92 bis 43,47		*Pallas.*
42,88		*Despretz.*
42,22		*Pallas.*
42,92		»
41,67		»
42,78		»
41,96		*Despretz.*
44,03		*Pallas.*
43,47		»
43,19		»
44,03		»
44,03		»
43,47		»
41,5	Blut	*Prevost* und *Dumas.*
42,98		*Despretz.*
42,1		*J. Davy.*
43,1		»

Digitized by Google

	Luft-Temperatur.	
Gallus		
Gallina		
»		während des Brütens
»		
»	+ 4,5° C.	England
»	25,5	Ceylon
Meleagris gallopavo	25,5	
» »		
Tetrao tetrix		
» *lagopus*		
» *perdrix* (7 Exempl.)		
» *albus*	— 21,1	Hafen Bowen
» »	— 23,8	» »
» »	— 26	» »
» »	— 28,3	» »
Ardea stellaris		
»		
Tringa pugnax		
Scolopax limosa		
Haematopus ostralegus		
Fulica atra		
Anser		
»	+ 25,5	Ceylon
Anas		
»	25,5	»
» *acuta*		
» *clypeata*		
» *penelope*		
» *strepera*		
Colymbus auritus		
Pelecanus carbo		
Larus	2,8	
Procellaria aequinoctialis	26	auf dem Meer

Digitized by Google

Wärme der Vögel.	Theile deren Wärme gemessen.	Beobachter.
+ 39,44 bis 39,88	Kloake	*J. Hunter.*
39,44 bis 39,88	»	»
40		»
41,5	Blut	*Prevost* und *Dumas.*
42,5		*J. Davy.*
43.3		»
41,94		»
42,7	Eingeweide, Blut	*Braun.*
42,22		*Pallas.*
41,67		»
41,81 bis 42,92		»
38,9		*Lyon.*
38.9		»
38,9		»
38.9		»
39,44		*Pallas.*
41	Blut	*Prevost* und *Dumas.*
42,22		*Pallas.*
42,22		»
41,11		»
40,56		»
41,94	Eingeweide, Blut	*Braun.*
41,7		*J. Davy.*
42,5	Blut	*Prevost* und *Dumas.*
43,9		*J. Davy.*
40,56		*Pallas.*
42,22		»
41,11		»
41,11		»
41,67		»
41,11		»
37,8		*Lyon.*
40,3		*J. Davy.*

Digitized by Google

1) Nach schätzbaren handschriftlichen Bemerkungen, aus denen Rudolphi (Grundriss der Physiologie. B. 1. S. 171.) Mittheilungen gemacht hat.

§. 388.

Diejenigen jungen Vögel, welche sehr klein, nackt, mit noch nicht offenen Augen und wenig entwickelt das Ey verlassen, wie dies bei den Raubvögeln, Klettervögeln, Singvögeln und Tauben der Fall ist, haben eine geringere Wärme als die erwachsenen Vögel. Werden sie aus dem Neste genommen, so erkalten sie schnell, und sind nicht im Stande sich in der nöthigen eigenen Temperatur zu erhalten. Dies ergibt sich aus Edward's [1] Versuchen. In einem Neste mit jungen Sperlingen, die seit acht Tagen das Ey verlassen hatten, stieg das Thermometer bei 17° C. Luft-Wärme auf 35 bis 36 Grad. Da er die jungen Vögel aus dem Neste genommen, erkalteten sie binnen einer Stunde bis zu 19°. Gleiches beobachtete er an jungen Schwalben und Sperbern. Sie verhalten sich also wie kaltblütige Thiere, und sind nur im Stande bei der warmen Temperatur des Frühlings und Sommers, sowie durch ihre Vereinigung in dem aus schlecht Wärme leitenden Stoffen bestehenden Neste sich gegen Erkaltung zu schützen. Ausserdem sitzt die Mutter auf dem Nest während der Nacht und bei kalten Tagen. Um auszumitteln, ob das schnelle Erkalten der jungen Vögel von ihrem nackten Zustande herrühre, verglich er ihre Wärme mit der eines erwachsenen Sperlings, den er seiner Federn beraubt hatte. Dieser behielt bei 18° atmosphärischer Wärme seine Temperatur bei, während junge Vögel, die zum Theil schon mit Federn bedeckt waren, bis zu 19 und 20° erkalteten. In dem Mangel der Federn ist folglich das Sinken der Wärme nicht zu suchen, sondern sie muss ihren Grund in einem innern Zustande ihres Körpers haben.

Erwachsene Vögel behaupten ihre Temperatur bei sehr grosser Kälte, selbst bei einer Kälte, die das Quecksilber zum Gefrieren bringt, wie Lyon's Versuche über die Temperatur der Schneehühner beweisen. Das Vermögen bei einer niederen Temperatur Wärme zu erzeugen scheint jedoch durch den Einfluss der Jahreszeiten in etwas verändert zu werden. Edwards [2] brachte fünf Sperlinge wäh-

Digitized by Google

rend des Monats Februar in ein Gefäss, in dem das Thermometer auf Null stand. Nach einer Stunde zeigte sich bei einigen die Wärme ihres Körpers unverändert, während sie bei andern um einen halben bis ganzen Grad vermindert war. Da er im Monat Juli solche Vögel einer gleichen, künstlich erzeugten Kälte aussetzte, fand er, dass ihre Temperatur binnen einer Stunde um 3,62° abgenommen hatte, und nach drei Stunden gar um 6°.

Werden Vögel einer künstlich erzeugten Wärme ausgesetzt, die ihre Temperatur bedeutend übersteigt, so nimmt ihre Wärme zufolge De la Roche's und Berger's Versuchen nur um 6 bis 7° zu, doch setzt sie sich mit der äusseren Wärme nicht ins Gleichgewicht, sondern sie bleibt sehr viel geringer, und sie erzeugen Kälte durch Verdünstung. Die Wärme einer Taube, welche einer Temperatur von 66,56 bis 74,69° ausgesetzt wurde, stieg nur um 7,5°. Vögel sterben jedoch in einer Temperatur bald, welche ihre Wärme übersteigt, wie schon Braun an einem Sperling beobachtet hat, den er einer Hitze von 63,33° ausgesetzt hatte, und dessen Leben nach sieben Minuten erlosch. Gleiches nahm Tillet bei seinen Versuchen mit Vögeln wahr.

1) A. a. O. p. 138.
2) A. a. O. p. 162.

§. 389.

Ob die Amphibien Wärme erzeugen, ist von einigen Naturforschern bezweifelt worden. Braun wollte bei seinen Versuchen mit Fröschen beobachtet haben, dass ihre Temperatur der der Medien gleich sey, in denen sie sich aufhalten. Martine und J. Hunter dagegen fanden Frösche, Schildkröten und Schlangen um einige Grade wärmer als die Medien. Zufolge der von John Davy und Czermak [1] an Thieren aus allen Ordnungen dieser Klasse angestellten Versuchen kann ihnen das Vermögen Wärme zu erzeugen keineswegs abgesprochen werden. Doch ist ihre Wärme nach der Temperatur der Medien sehr veränderlich. Am auffallendsten ist dies bei den froschartigen Amphibien und Schildkröten, weniger bei den Eidechsen und Schlangen. Führen wir die nöthigen Belege aus den verschiedenen Ordnungen an.

Digitized by Google

	Wärme der Medien.	Wärme der Thiere.	Theile deren Wärme gemessen.	Beobachter.
Rana esculenta	Wasser + 7,5° C.	+ 9° C.		*Prevost* und *Dumas.*
» »	Luft 14 bis 15	15,50 bis 17		*Edwards.*
» »	Wasser — 5	3,12	Herzbeutel	*Czermak.*
		1,41	Bauchhöhle	»
» »	» + 6,88	9,34	Herzbeutel	»
» »	» 8,12	8,44	»	»
» »	Luft 17,50	20,83	Magen	»
		20,94	Herzbeutel	»
» »	» 20	22,50	»	»
Proteus anguinus	Wasser 15 Luft 16	18,60	Schlund	*Rudolphi.*
» »	Wasser 12,81	18,44	Herzgegend	*Czermak.*
» »	» 14,37	19,38	»	»
» »	» 15,31	20,41	»	»
» »	Luft 13,12	17,50	Rachen	»
» »	» 17,50	20.15	Herzgegend	»
» »	» 20	19,99	Rachen	»
» »	» 22,50	21,25	Herzgegend	»

Hieraus ergibt sich, dass die Wärme dieser Thiere nach der Temperatur der Medien veränderlich ist. Die schnelle Wandelbarkeit ihrer Wärme in künstlich erzeugter Kälte und Wärme beobachtete auch J. Hunter bei seinen Versuchen. Er setzte einen Frosch, dessen Wärme im Magen 6,67° C. betrug, einer künstlichen Kälte aus, worauf seine Wärme auf 0,56° sank. Da er Frösche in eine bis zu 42,22° erwärmte Luft brachte, so nahm ihre Wärme bis zu 33,89° zu, doch stieg sie in dieser Temperatur nicht höher. Dass aber die Frösche der Veränderlichkeit ihrer Wärme ungeachtet, sich dennoch innerhalb gewisser Schranken, in eigenen Temperatur-Verhältnissen zu behaupten im Stande sind, erhellet aus folgenden Versuchen. Ich brachte während des Winters einen Frosch aus einem gläsernen Gefäss mit Wasser, dessen Temperatur 7,50° unter Null betrug, mittelst eines eisernen Löffels, an die Luft, die eine gleiche Temperatur hatte. Das an den Frosch gebrachte Thermometer stieg auf 1° über Null, und eine gleiche Wärme zeigte

Digitized by Google

die Bauchhöhle. Einen andern Frosch setzte ich in einem Glas mit Wasser der Luft aus, in der das Thermometer 13° unter Null sank. Während der Nacht gefror das Wasser und das Glas zersprang. Der Frosch sass mit geschlossenen Augen und angezogenen Füssen in der Eismasse, jedoch war das Wasser um ihn nicht gefroren, und seine Wärme betrug 0,56° über Null. Beim Berühren bewegte er sich höchst träge. Er wurde abermals in einem Gefäss mit Wasser der Kälte ausgesetzt, die in der folgenden Nacht 15,56° unter Null betrug. Am folgenden Tag war der Frosch vollständig eingefroren und todt. Frösche sind also im Stande in einer kalten Temperatur Wärme zu erzeugen. Dass sie aber auch die Eigenschaft haben, in warmer Luft sich in einer niedern Temperatur zu erhalten, wird durch eine Beobachtung von Blagden, und die Versuche John Hunter's und De la Roche's erwiesen. Jener sah das an einem warmen Sommertag in den Rachen eines Frosches eingebrachte Thermometer um einige Grade sinken. J. Hunter setzte Frösche einer bis zu 42,22° erwärmten Luft aus, worauf ihre Wärme nur bis zu 33, 89° stieg. De la Roche [2] sperrte einen Frosch in einen bis zu 45° erwärmten Raum, nach einer Stunde betrug die Wärme des Thieres nur 27°, bei einem andern Frosch stieg die Wärme bei 46,67° nur auf 28,33°. Todte Frösche dagegen setzten sich mit der Wärme der Medien ins Gleichgewicht. Die Eigenschaft der Frösche, Kälte zu erzeugen, ist ohnstreitig in der Ausdünstung begründet, die bei ihrer nackten Haut sehr reichlich erfolgt.

1) Einige Beobachtungen über die Temperatur der Amphibien; in Baumgärtner's und v. Ettingshausen's Zeitschrift für Physik. 1824. B. 3. S. 385.

2) Rozier *Journal de physique. T.* 71. *p.* 289.

§. 390.

Die Schildkröten erzeugen unverkennbar Wärme, und diese zeigt sich in der Gegend des Herzens am grössten; doch ist sie auch nach der äusseren Temperatur veränderlich.

Digitized by Google

Schildkröten.	Temperatur der Medien.	Wärme der Thiere.	Theile deren Wärme gemessen	Beobachter.
Testudo mydas	Luft + 26° C. auf dem Meer	+ 28° C.		*J. Davy.*
» »	» 30 Ceylon	29,4		»
» »	» 26,11 auf dem Meer	32,78	Blut	»
Testudo geometrica	» 16 Cap	30,5		»
» »	» 26,11 Ceylon	32,78		»
Emys europaea	» 16,25	17,81	Speiseröhre	*Czermak.*
		18,34	Herz	»
» »	» 23,12	26,66	Rachen	»
» »	Wasser erwärmt + 41,25	23,75	Bauchhöhle	»
Chersine graeca	Luft + 15,30	13,44	Herz	»
		12,81	Lungen	»
» »	» 17,91	18,91	Blut	»
» »	» 22,81	18,75	Herz	»
		18,12	Lungen	»
» »	» — 3,12	3,75	Bauchhöhle	»
		4,06	Rachen	»
» »	» — 6,25	2,81	Bauchhöhle	»

§. 391.

Die Wärme der Schlangen ist nach Wilford's [1] Beobachtungen, die er an einer Riesenschlange *(Boa)* von 3 Fuss 4 Zoll Länge in Sierra Leone anstellte, nach der Temperatur der Luft veränderlich. Dennoch aber lässt sich nach Czermak's Versuchen nicht annehmen, dass ihnen die Wärme nur von aussen mitgetheilt werde.

Schlangen.	Temperatur der Luft.	Wärme der Thiere.	Theile deren Wärme gemessen.	Beobachter.
Boa	+ 22,2° C.	+ 23,9		*Wilford.*
»	22,8	24,4		»
»	23,3	24,4		»
»	23,9	23,9		»
»	24,4	24,5		»
»	24,4	24,9		»
»	25,0	25,5		»

Digitized by Google

Schlangen.	Temperatur der Luft.	Wärme der Thiere.	Theile deren Wärme gemessen.	Beobachter.
Boa	+ 25,1	+ 25,4		*Wilford.*
»	25,5	26,3		»
»	25,7	25,9		»
»	26,1	26,6		»
»	26,6	26,3		»
»	26,6	26,3		»
»	28,1	27,3		»
»	28,3	27,8		»
Eine grüne Schlange	27,5 Ceylon	31,4		*J. Davy.*
Eine braune Schlange	28,1 »	29,2		»
Natrix laevis	16,88	19,37	voller Magen	*Czermak.*
		19,37	Herz	»
» »	18,12	21,72	Gefässstämme des Herzens	»
» »	20,31	26,66	Herzgegend	»
		22,81	Bauchhöhle	»
» »	24,16	25,41	Herz	»
		24,37	Rachen	»
» *torquatus*	16,88	18,12	Bauchhöhle	»
		19,06	Rachen	»
		20,62	Herz	»
» »	18,12	18,44	Bauchhöhle	»
		19,16	Speiseröhre, Herz	»
» »	20,31	21,56	Rachen	»
		22,50	Herz	»
		22,91	voller Magen	»
» »	25,3	23,44	Bauchhöhle	»
		24,06	Herz	»
Anguis fragilis	18,44	18,91	Bauchhöhle	»
		20,84	Herz	»
» »	19,06	20,31	Rachen	»
		20,62	Herz	»
» »	19,69	20,31	zwischen der Haut und den Muskeln	»
«		20,62	Rachen	»
«		22,08	Herz	»
» »	20,31	22,08	voller Magen	»
		22,66	Herz	»

Digitized by Google

John Hunter's Versuche, angeblich an Vipern, wahrscheinlich aber an *Coluber natrix*, angestellt, beweisen, dass lebende Schlangen bei einer sehr niederen und hohen Temperatur nicht mit dieser sich ins Gleichgewicht setzen. Er brachte die Kugel des Thermometers bei 14,44° C. Luft-Temperatur in den Rachen und in die Kloake, wo es auf 20° stieg. Da er die Schlange einer künstlich erzeugten Kälte von — 12,22° aussetzte, so sank ihre Wärme auf + 2,78° und endlich auf 0,56°. Er fügte die Bemerkung bei, dass Schlangen in der Kälte viel langsamer ihre Wärme verlieren als Frösche. Eine andere Schlange brachte Hunter in eine künstliche Wärme von 42,22°, worauf die Wärme des Magens und Afters 33,83° betrug, aber bei dieser Temperatur nicht höher stieg. Hieraus erhellt, dass wenn gleich die Wärme der Schlangen nach der äusseren Temperatur veränderlich ist, dies doch innerhalb gewisser Gränzen erfolgt.

1) *Annals of Philosophy. T. 2. p.* 26.

§. 392.

Auch die Eidechsen erzeugen Wärme, und diese übersteigt unter den gewöhnlichen Verhältnissen die Temperatur der Luft.

Eidechsen.	Temperatur der Luft.	Wärme der Thiere.	Theile deren Wärme gemessen.	Beobachter.
Iguana	+ 27,8° C. Ceylon	28,0° C.		*J. Davy.*
Lacerta maculata	12,2	15,0	Schlund	*Rudolphi.*
		18,78	Brusthöhle	»
» *viridis*	16,25	20,25	Bauchhöhle	*Czermak.*
		21,25	Herzgegend	»
» »	22,81	28,75	Bauchhöhle	»
		30,15	Herzgegend	»
» *agilis*	23,75	28,12	gefüllter Magen	»
		28,91	Herz	»
» »	21,88	26,88	Bauchhöhle	»
		30,00	Herz	»
» »	12,50	16,56	Mundhöhle	»
		19,16	Herz	»

Digitized by Google

Eidechsen.	Temperatur der Luft.	Wärme der Thiere.	Theile deren Wärme gemessen.	Beobachter
Lacerta agilis	+ 11,56° C.	12,81°C	Bauchhöhle	*Czermak.*
		14,16	Herz	»
» »	— 5,31 künstliche Kälte	0,63	Bauchhöhle	»
» »	— 6,41 » »	1,56	Herz	»

J. Murray [1] fand mittelst eines sehr empfindlichen Thermometers, dass die Wärme des Chamäleons, bei einer Luft-Temperatur von 22,24° C., 22,78 bis 23,33° betrug, und dass mit den Farben-Veränderungen ein geringes Schwanken in seinen Temperatur-Verhältnissen verbunden war.

1) *Experimental Researches. Glasgow* 1826. *p.* 89.

§. 393.

Den Fischen haben einige Naturforscher das Vermögen, Wärme zu erzeugen, abgesprochen. Braun will die Wärme von Hechten, Karpfen, Aalen und Lampreten stets der Temperatur des Wassers gleich gefunden haben, in dem sich die Fische gerade aufhielten. Auch von Humboldt und Provençal [1] nahmen keine bemerkbare Verschiedenheit zwischen der Wärme dieser Thiere und dem Wasser wahr. Martine, J. Hunter, Broussonet [2], Buniva [3], Perrins [4] und J. Davy [5] dagegen fanden, dass die Wärme der Fische unter den gewöhnlichen Umständen um einen oder einige Grade höher als die des Wassers ist, worin sie vorkommen. Das Blut verschiedener Seefische zeigte, nach Martine's Beobachtungen, nur einen Grad Wärme mehr als das Meer. Broussonet sah das Thermometer im Körper der Fische nur um einen halben bis drei Viertel Grad die Wärme des Wassers übersteigen; nur die Karpfen hatten meistens eine Wärme, welche um einen bis anderthalb Grade höher als die des Wassers war.

Digitized by Google

	Wärme des Wassers.	Wärme der Fische.	Theile deren Wärme gemessen.	Beobachter.
Esox lucius	+0,56°C.	+4,44°C.	Bauchhöhle	*Krafft.*
» »	9,44	10,50	»	»
Cyprinus carpio	18,83	20,56	Magen	*J. Hunter.*
» »	10,83	11,69		*Despretz.*
» *tinca*		11,54		»
Squalus	24,44	25,56	Magen	*Perrins.*
»	23,7	25	Blut	*J. Davy.*
Exocoetus	25,3	25,6		»
Salmo fario	13,3	14,4		»
Sparus auratus	23,56	25	Herz	»

Die Wärme der Fische ist nach der Temperatur des Wassers veränderlich. J. Hunter setzte einen Aal, dessen Wärme im Magen 2,78° C. betrug, einer künstlichen Kälte aus, worauf seine Wärme auf — 0,56° sank und das Thier todt schien, jedoch am anderen Tage lebend gefunden wurde. Eine Schleihe, deren Wärme 6,67° betrug, wurde einer bedeutenden Kälte ausgesetzt, worauf ihre Temperatur auf — 0,56° sank und sie gefror. Die Wärme eines Aals, dessen Wärme 6,67° betrug, stieg im Wasser, welches bis zu 18,33° erwärmt worden, bis zu demselben Grade. Eine Schleihe dagegen von 5° Wärme, zeigte im Magen und Mastdarm, da sie in ein bis zu 18,33° erwärmtes Wasser gebracht wurde, nur eine Temperatur von 12,78°. Die in den warmen Gewässern bei Barrège sich aufhaltenden Fische sollen nach Audiracs eine geringere Wärme als das Wasser haben.

Aus jenen Beobachtungen lässt sich folgern, dass den Fischen die Eigenschaft, Wärme zu erzeugen, nicht abgesprochen werden kann; doch ist ihre Temperatur nach der Wärme des Wassers veränderlich. Durch den Aufenthalt im Wasser sind sie übrigens gegen die nachtheiligen Wirkungen der mit den Jahreszeiten verbundenen Temperatur-Veränderungen mehr geschützt, als die in der Luft lebenden Thiere, indem sie sich auf den Grund der Gewässer begeben können, deren Temperatur, besonders im Meer, durch die Jahreszeiten gar nicht, und in den tiefen Landseen und Flüssen nur wenig verändert wird.

Digitized by Google

1) *Mém. de la Société d'Arcueil. V.* 2. *p.* 598.

2) *Mém. de l'Ac. des sc. de Paris.* 1785. *p.* 191.

3) *Mém. concernant la physiologie et la pathologie des poissons*; in *Mém. de l'Ac. de Turin. T.* 12.

4) Nicholson *Journal. Jan.* 1804. *p.* 13.

5) A. a. O.

6) *Bulletin de la soc. philomat. T.* 1. *p.* 136.

§. 394.

Insekten erzeugen Wärme, wie Swammerdamm, Maraldi, Martine und Réaumur an Bienen wahrnahmen, die im Stocke versammelt waren. Martine [1] fand in Bienenstöcken eine Temperatur von 36,11° C. Réaumur [2] brachte das Thermometer im Monat Januar in einen Stock, welcher in einem Zimmer stand, dessen Wärme — 3,33° betrug, es stieg auf + 12,78°. Im Monat Mai dagegen zeigte es eine Wärme von 38,89°. Nach Huber [3] beträgt die Wärme eines wohl bevölkerten Bienenstocks im Winter 30 bis 32°, wenn auch die Temperatur der Luft unter Null ist. Während des Sommers erhebt sie sich auf 33 bis 36° und zur Zeit des Schwärmens steigt sie selbst über 40°. Auch in den Ameisenhaufen ist die Wärme höher als die der Luft, denn Juch [4] sah das Thermometer in einem solchen, bei einer äusseren Wärme von 13°, auf 20° steigen, und bei 18° der Atmosphäre auf 24,44°. Martine bemerkte, dass die Wärme von Raupen meistens um 1 bis 2 Grad höher war als die Temperatur der Atmosphäre. Hausmann [5] und Rengger [6] beobachteten ein Steigen des Thermometers in engen Gläsern, in die sie Käfer und andere Insekten gebracht hatten. J. Davy hat die Wärme einiger Insekten angegeben.

	Wärme der Atmosphäre.	Wärme der Thiere.
Scarabaeus pilularius	24,30° C.	25° C.
Lampyris	22,8	23,3
Blatta orientalis	23,3	23,9
Gryllus	16,7	22,5
Scorpio afer	26,1	25,3
Julus	26,7	25,8

Digitized by Google

Rudolphi fand, dass das Thermometer in dem Körper eines Flusskrebses *(Astacus fluviatilis)* auf 12,50° C., und in einem andern auf 15° stieg, während die Wärme des Wassers 11° betrug.

1) *Medical and philos. Essays. p.* 331.
2) *Hist. natur. des Insectes. T.* 5. *P.* 2. *p.* 360,
3) *Mém. sur les abeilles. T.* 1. *p.* 305.
4) Ideen zu einer Zoochemie. B. 1. S. 90.
5) *De animalium exsanguium respiratione. p.* 65. 69.
6) Physiologische Untersuchungen über die Insekten. S. 40

§. 395.

Auch die Mollusken sind mit dem Vermögen begabt, Wärme zu erzeugen, obgleich ihre Wärme nach der Temperatur der Atmosphäre veränderlich ist. J. Hunter beobachtete, dass vier schwarze Wegschnecken *(Limax ater)*, die er in ein Gefäss eingeschlossen hatte, ein Steigen des Thermometers von 12,22 auf 13,89° C, bewirkten. Spallanzani [1] bemerkte gleichfalls, dass das Thermometer um etwas stieg, wenn mehrere Thiere der Gattungen *Limax* und und *Helix* in Gefässe gesperrt wurden. Gaspard [2] fand, da er während des Sommers 24 Stück Gartenschnecken *(Helix pomatia)* in einem Topf in einen Keller von 13° C. Wärme brachte, dass die Temperatur in dem Topfe um 1 Grad stieg. Nach Berger's [3] Versuchen ist die Wärme der *Helix pomatia* nach der Temperatur der Atmosphäre sehr veränderlich. Ihre mittlere Wärme betrug während eilf Monaten 8,33° C. das Minimum 2,22°, das Maximum 18,33°. Im Sommer hatten sie beim Aufgang der Sonne meistens eine Wärme von 4,44° und gegen 2 Uhr Nachmittags 12,22°. Die Wärme der Muschelthiere ist nach Pfeiffer [4] der Temperatur des Wassers, worin sie sich aufhalten, fast gleich. Er fand die Wärme des Wassers, worin er solche Thiere aufbewahrte, 11,25° C., da er die Kugel des Thermometers in die Muschel zwischen den Bauch und die Kiemenblätter brachte, so stieg es auf 11,56°. J. Davy will an Austern gar keinen Unterschied in der Wärme von der des Wassers wahrgenommen haben.

Ueber die Wärme der Ringwürmer hat J. Hunter einige Versuche angestellt. Mehrere Regenwürmer *(Lum-*

Digitized by Google

bricus terrestris) in ein Glas gebracht, sollen ein Steigen des Thermometers von 13,33° C. auf 14,94° bewirkt haben. Da er drei Blutegel *(Hirudo medicinalis)* in ein Glas setzte, so soll das Thermometer bei einem Versuch von 12,22 bis zu 13,78, und bei einem andern Versuch von 13,33 bis zu 13,89° gestiegen seyn.

1) *Mém. sur la respiration. p.* 257.
2) Magendie *Journal de physiologie. T.* 2. *p.* 295.
3) *Mém. du Muséum d'hist. natur.* 1828. *Cah.* 9 *p.* 231.
4) Naturgeschichte deutscher Land- und Süsswasser-Mollusken. Abtheil. 2. Weimar 1825. S. 22.

§. 396.

Was die Ursache der Wärme-Erzeugung in den Thieren anlangt, so sind über wenige Erscheinungen des Lebens so viele verschiedenartige Theorien aufgestellt worden, als gerade über diese. Die Jatro-Mechaniker lehrten, Wärme werde in lebenden Körpern, wie in todten, durch Reibung hervorgebracht, die theils zwischen den Säften und den Gefäss-Wandungen, theils in den Organen selbst durch innere Bewegungen statt habe. Die Aerzte der älteren jatrochemischen Schule sahen die Wärme als eine Folge der Vermischung des angeblich sauren Milchsafts mit dem alkalischen Blute an, womit Aufbrausen und Wärme-Entwickelung verbunden sey. Die den neueren chemischen Lehren huldigenden Physiologen glauben die Ursache der thierischen Wärme in den Vorgängen des Athmens zu finden, welche sie mit einem Verbrennungs-Process verglichen, der zwischen den Bestandtheilen des Venen-Bluts und dem Sauerstoff der eigeathmeten Luft vor sich gehe, und wobei die freiwerdende Wärme sich mit dem arteriellen Blute verbinde und durch den Körper verbreitet werde. Andere Physiologen suchen ihre Quelle in der Verdauung, in der Ernährung, Absonderung oder selbst im Nerven-Systeme. Ohne hier in die Prüfung jener Theorien einzugehen, von denen ausführlicher in der Lehre von der Wärme-Erzeugung des Menschen gehandelt werden soll, so ist soviel gewiss, dass sie alle keine genügende Erklärung gewähren. Selbst Crawford's und Lavoisier's Lehre, dass die Wärme das Erzeugniss des Athmens sey, welche sich des Beifalls

Digitized by Google

der meisten Naturforscher zu erfreuen hatte, wurde durch Dulong's und Despretz's Versuche, welche auszumitteln suchten, in wie weit die Menge des beim Athmen verzehrten Sauerstoffgases zur Hervorbringung all der Wärme hinreichend sey, die die Thiere fortdauernd verlieren, als nicht genügend zur Erklärung der Wärme-Erzeugung befunden, und sie räumten noch andere unbekannte Quellen der Wärme, als das Athmen, ein.

Das nur ist als ausgemacht anzusehen, dass die Wärme-Entbindung ein Act des Lebens ist, der zunächst in den das Leben bedingenden und erhaltenden Vorgängen des Ernährungs-Processes begründet ist. Die Aufnahme von Nahrungs-Mitteln und deren Verähnlichung durch die Verdauung und das Athmen, der Säfte-Umlauf, die Ernährung und die Absonderung, der das Leben begleitende Wechsel der Materie und die fortdauernden Mischungs-Veränderungen in den festen und flüssigen Theilen, die in den Thieren unter dem Einflusse der Nerven stehen, haben alle ihren Antheil an der Wärme-Erzeugung, und es ist irrig in einem dieser Vorgänge allein die Quelle der Wärme zu suchen. Die Intensität der Wärme-Entbindung und die Eigenschaft, sich in eigenen Temperatur-Verhältnissen zu erhalten, steht bei den Thieren im Ganzen im geraden Verhältniss mit der grösseren Combination ihrer Organisation, mit der Summe der von ihnen ausgeübten Kraft-Aeusserungen, und deren Intensität. Vögel und Säugethiere, welche in den kürzesten Intervallen Nahrungsmittel aufnehmen, am schnellsten verdauen, die grösste Menge Sauerstoff verzehren, und am meisten Kohlensäure ausleeren, deren Säfte-Umlauf am schnellsten und kräftigsten erfolgt, welche in ihren Bewegungen die grösste Ausdauer zeigen, und an denen wir die intensivsten Wirkungen des Nervensystems wahrnehmen, welche die grösste Menge von verschiedenartigen Säften absondern, und bei denen alle Erscheinungen darauf hindeuten, dass der Wechsel der Materie am raschesten und lebhaftesten erfolgt, haben den grössten Wärmegrad und sind im Stande sich am gleichmässigsten in eigener Temperatur zu erhalten. Amphibien, Fische, Insekten, Mollusken, Würmer, deren Bau weniger zusammengesetzt ist, deren Lebens-Aeusserungen

Digitized by Google

eine geringere Mannigfaltigkeit darbietet, bei denen die eben angeführten Vorgänge des Lebens mit weniger Intensität erfolgen, haben einen geringeren Wärmegrad, sind in ihren Temperatur-Verhältnissen veränderlicher, und ihr Vermögen Wärme zu erzeugen ist auf engere Gränzen beschränkt.

Die Wärme-Erzeugung, die in dem das Leben begleitenden Wechsel der Materie und der Mischungs-Veränderungen begründet ist, zeigt sich übrigens bei den Thieren nach der Entwickelung, den Altersperioden, der Beschaffenheit der Nahrungsmittel und dem Vonstattengehen des Verdauens, nach dem Athmen, dem Blut-Umlauf, dem Nerven-Einfluss, nach den Jahreszeiten, selbst nach den Tageszeiten während des wachenden und schlafenden Zustandes, nach den äusseren Reizen, welche die Thiere treffen, so wie endlich nach den Krankheiten, den Arzneimitteln und Giften, innerhalb gewisser Gränzen veränderlich. Die nöthigen Belege zu dieser Behauptung werde ich bei der Lehre von der Wärme des Menschen beibringen.

Bei den Pflanzen scheint Wärme-Entwickelung, wiewohl nur in geringem Grade, stattzufinden bei den Vorgängen des Athmens, der Ernährung und Absonderung, sowie bei der Befruchtung und dem Keimen. Da die Gewächse aber keine fortdauernde Veränderungen in den einmal gebildeten festen Theilen durch innere Thätigkeit zu erleiden scheinen, wie dies beim Stoffwechsel in den verschiedenen Gebilden der Thiere der Fall ist, da sie keine willkührlichen Bewegungen vornehmen und ihnen die ganze Gruppe der Nerven-Verrichtungen abgeht, so mangelt ihnen Haupt-Quellen der Wärme-Erzeugung.

Digitized by Google

Zweites Kapitel.

Von der Licht-Entwickelung der organischen Körper.

§. 397.

Viele organische Körper, Pflanzen und Thiere, leuchten. Ehe wir sie namhaft machen und die Bedingungen angeben, unter denen sie Licht verbreiten, erachten wir es für zweckdienlich, einige allgemeine Bemerkungen über das Leuchten der Körper überhaupt vorauszuschicken. Alle diejenigen Körper werden leuchtende genannt, von deren Daseyn, wenn auch in unermesslichen Räumen, wir eine Kunde mittelst des Gesichts-Sinnes erlangen. Absolut leuchtende Körper scheinen blos die Sonne und Fix-Sterne zu seyn. Alle andere Körper werden entweder durch Zurückstrahlung von Licht sichtbar, oder sie zeigen solches nur unter gewissen Bedingungen. Da ein Körper beim Sichtbarwerden die Nerven unserer Augen afficirt, so muss zwischen ihm und den Augen ein Medium der Einwirkung bestehen. Ueber seine Natur sind die Physiker verschiedener Meinung. Einige stellen die Hypothese auf, es befinde sich zwischen dem leuchtenden Körper und dem Auge eine äusserst feine, höchst elastische Flüssigkeit, die den ganzen Weltraum erfülle, und die sie Aether nennen. Dieses Fluidum soll durch die Thätigkeit der leuchtenden Körper, wie die Luft durch den Schall, in Schwingungen versetzt werden, die sich gleich Wellen mit der grössten Schnelligkeit verbreiten, und sie sollen, wenn sie die Nervenhaut unseres Auges treffen, die Empfindung des Sehens hervorbringen. Dies ist die von Huygens aufgestellte und von Euler vertheidigte und weiter entwickelte Vibrations-Theorie. Andere Physiker nehmen das Ausströmen feiner materieller

Digitized by Google

Theilchen aus dem leuchtenden Körper an, die den Raum mit grosser Geschwindigkeit in geraden Linien durchdringen, und zu dem Innern des Auges gelangend, die Seh-Empfindung veranlassen. Die aus den leuchtenden Körpern ausfliessenden Theilchen nennen sie Licht, Lichtstoff, Lichtmaterie. Dies ist das schon von Epikur angedeutete, und von Newton ausgeführte Emanations-System. Beiden Theorien stehen grosse Schwierigkeiten entgegen, die sich indess grösstentheils bei der letzteren leichter als bei der ersteren beseitigen lassen. Für das Vorkommen einer eigenthümlichen ungemein feinen, höchst ausdehnbaren, und unwägbaren, aus den leuchtenden Körpern ausströmenden Materie haben sich die meisten Naturforscher erklärt. Alle ponderabelen Körper scheinen einen Theil des Sonnenlichts, mit dem sie in Berührung kommen, in sich aufzunehmen, und zwar um so mehr, je undurchsichtiger sie sind, und je dunkeler und rauher ihre Oberfläche ist. Mit der Menge des Lichts, welche ein Körper verschluckt, steht der Grad seiner Erwärmung durch das Sonnenlicht im Verhältniss. Mehrere ausgezeichnete Chemiker finden es ferner wahrscheinlich, dass sich das Licht mit den wägbaren Materien chemisch verbinden und sie unter verschiedenen Verhältnissen wieder verlassen könne.

§. 398.

An unorganischen Körpern nehmen wir unter folgenden Verhältnissen und Bedingungen Licht-Entwickelung wahr:

1) Viele unorganische Körper, sowohl durchsichtige als undurchsichtige, farblose oder schwachgefärbte, jedoch keine schwarze, sind mit der Eigenschaft begabt, an dunkelen Orten eine Zeit lang zu leuchten; wenn sie zuvor der Einwirkung des Sonnenlichts, oder selbst anderen Lichts, ausgesetzt waren, wie Beccaria, Canton, Dessaignes, Grotthuss, Heinrich u. a. erwiesen haben. Am auffallendsten nimmt man diese Erscheinung an Diamanten, Arragonit, Strontian, Marmor, Kalkspath, Kreide und den verschiedenen Leuchtsteinen wahr. Weniger stark leuchten Salmiak, Alabaster, Salpeter, Basalt, Bleiglanz; noch schwächer Eisenocher, Cölestin, Barill u. a. Am schwächsten, oft gar nicht leuchtend, sind Kieselerde, Amethyst, Chry-

Digitized by Google

solith, Smaragd u. a. Kein Licht verbreiten Wasser und alle tropfbarflüssigen Körper, sowie Schwefel, Graphyt, Baryt, Strontian, Kalk und die regulinischen Metalle. Da jene Körper in allen durchsichtigen Medien leuchten, durch die sie nicht zerstört werden, auch in Gasarten, welche keine Verbrennung bewirken, selbst im luftleeren Raum, und zwar mit keiner bemerkbaren Wärme-Entbindung, so scheint das Licht, welches sie bei der Insolation durch geringe Affinität aufnahmen, in der Dunkelheit wieder zu entweichen.

2) Bei weitem die meisten nach Insolation leuchtenden Körper, aber auch verschiedene andere, wie Kalk, Baryt, Strontian, Bittererde u.a., fast alle erdige Fossilien, wie Bergkrystall, Asbest, Quarz, Topas, Cyanit, Glimmer und die Feil-Späne vieler Metalle, des Zinks, Antimons, Eisens, Silbers und Golds, strömen in der Dunkelheit Licht aus, wenn sie erwärmt werden, zufolge der von Wedgwood, Hauy, Dessaignes, Heinrich, Bremster, Children u. a. angestellten Versuche. Der zur Entwickelung des Lichts nothwendige Grad von Wärme ist jedoch sehr verschieden. Bei diesen Körpern scheint die Verbindung des Lichts mit denselben inniger zu seyn, und erst unter dem Einflusse der Wärme aufgehoben zu werden.

3) Erschütterung unorganischer Körper durch Reiben, Schlagen oder Stoss hat bei mehreren Licht-Entwickelung zur Folge, nach den von Homberg, Bergmann, Macquer, Pelletier, Dolomieu, Gillet-Laumont, Saussure, Dessaignes gemachten Beobachtungen. Meistens sind es solche Körper, welche nach der Bestrahlung oder Erwärmung leuchten, wie Diamant, Schwerspath, chlorsaures Kali, Quarz, Flussspath, Arragonit, Dolomit, Blende, Sublimat u. a. Flüssige Materien, Wasser und Luft zeigen Licht, wenn sie schnell zusammengedrückt werden. Ob sich hierbei das gebundene Licht in Folge der blossen Erschütterung oder der Erregung von Elektricität entwickelt, wie Dessaignes und Becquerel annehmen, ist nicht entschieden.

4) Licht-Entwickelung tritt zuweilen als Begleiterin von Cohäsions-Veränderungen ein, und zwar, wie es scheint, mit Erregung von Elektricität verbunden. An verschiedenen Salzen beim Krystallisiren aus ihrer Auflösung im Was-

Digitized by Google

ser, besonders dem schwefelsauren Kali, flusssauren Natron wurden Licht-Erscheinungen von Pickel, Schoenwald, Schiller, Giobert, Herrmann, Berzelius, Woehler, Pfaff beobachtet.

5) Zeigt sich Entbindung von Licht und Wärme bei der Vereinigung einer sehr grossen Anzahl verschiedener wägbarer Stoffe. Am auffallendsten ist dies bei jener Verbindung des Sauerstoffs mit andern Materien, welche man Verbrennung nennt. Die Menge des beim Verbrennen sich entwickelnden Lichts steht mit der Beschaffenheit des combustiblen Körpers im Verhältniss. Phosphor entbindet viel Licht, Kohle weniger und Wasserstoff am wenigsten. Das Licht ist um so stärker, je schneller die Verbrennung erfolgt. Seine Farbe hängt von der Beschaffenheit des brennenden Körpers ab. Licht-Entwickelung findet ferner bei der Verbindung des Chlors, Jods, Selens, Schwefels und Phosphors mit andern Stoffen statt. Auch einige zusammengesetzte Körper bieten Licht-Entbindung bei ihrer Vereinigung dar, wie Vitriolöl und Bittererde, Kalk und Wasser, Baryt und Wasser. Das bei der Vereinigung der Körper sich entwickelnde Licht ist entweder in einem oder dem andern der sich verbindenden Körper, oder in beiden vorhanden, und wird bei der Vereinigung ausgeschieden. Oder aber es wird bei der Verbindung der wägbaren Stoffe aus unwägbaren Materien zusammengesetzt, welche sie enthielten, und zwar wie Berzelius meint, aus den beiden entgegengesetzten Elektricitäten.

6) Licht-Entwickelung ist ferner oft mit elektrischen Erscheinungen verbunden. Sobald Elektricität nur in einiger Stärke hervorgebracht wird, erscheint sie als elektrischer Funke. In vielen Körpern vermag die Elektricität Licht-Erscheinungen hervorzurufen. Die durch Insolation leuchtenden Körper erlangen die Eigenschaft zu leuchten auch dadurch, dass man einen Entladungsschlag durch sie gehen lässt, wie Dessaignes, Heinrich, Grotthuss und Seebeck durch ihre Versuche dargethan haben. Ob das Licht einen Bestandtheil der Elektricität ausmacht, oder ob Licht aus den beiden Elektricitäten zusammengesetzt wird, oder endlich ob Licht durch die Wirkung der Elektricität aus den Medien und Körpern, auf die sie wirkt, ausgetrie-

Digitized by Google

ben wird, sind Fragen, worüber die Physik noch nicht entschieden hat.

§. 399.

Wenden wir uns nach diesen vorausgeschickten Bemerkungen zu den Licht-Erscheinungen der organischen Körper. Einige derselben leuchten nur während ihrer vollen Wirksamkeit oder im lebenden Zustande, andere dagegen nachdem das Leben erloschen ist. Letztere wollen wir zunächst betrachten. Todte organische Körper oder Substanzen entwickeln Licht unter mehreren Verhältnissen, bei denen unorganische Körper leuchten.

1) Nach der Insolation leuchten viele organische Substanzen. Zufolge Heinrich's [1] Versuchen gehören dahin von vegetabilischen Materien, Samenkörner, Mehl, Stärke, arabisches Gummi u. a.; von thierischen, Federn, Horn, Korallen, Schneckengehäuse, Perlen, Zähne, Knochen, Leder, sowie Eygelb, Sehnen, Muskeln, Hausenblase und Leim im getrockneten Zustande. Holz, die meisten Arten von Gummi, Seide und nicht getrocknete thierische Materien entwickeln nach der Bestrahlnng durch das Sonnenlicht wenig oder gar kein Licht. Nicht leuchtend sind frische Theile von Gewächsen.

2) Licht-Entwickelung bei Einwirkung der Wärme zeigen Wachs, flüchtige und fette Oele, Zucker und Holz, sowie schwefelsaures Cinchonin nach Pelletier's [2] und schwefelsaures Chinin nach Callaud's [3] Beobachtungen. Da die organischen Materien, nach Dessaigne's [4] Beobachtungen, nur in der Luft leuchten, und die Licht-Entwickelung im Sauerstoffgas zunimmt, so scheint das Leuchten der organischen Körper bei der Erwärmung zu den Erscheinungen des Verbrennens gezählt werden zu müssen.

3) Bei mechanischer Erschütterung leuchten, und zwar beim Reiben, gemeiner Zucker, Manna-Zucker und die Halb-Harze, Gummi-Elemi, Gummi-Alouchi und *Gummi Arbol-a-Brea* nach Bonastre's [5] Beobachtungen, wahrscheinlich in Folge der Erregung von Elektricität. Flüchtiges Oel und Oliven-Oel entwickeln Licht, besonders dann, wenn sie im luftleeren Raum bewegt werden. Thierische Stoffe sah Dessaignes unter diesen Verhältnissen nicht leuchten.

Digitized by Google

4) Alle organische Körper, als verbrennliche, werden Selbst-Leuchter beim Acte des Verbrennens.

5) Licht-Erscheinung als Begleiterin der erregten Elektricität kommt beim Streichen oder Reiben von Haaren vor.

In diesen Arten der Licht-Entwickelung kommen todte organische Körper mit unorganischen überein. Leuchten zeigt sich aber auch bei der Zersetzung und der eintretenden Fäulniss vieler organischer Körper.

1) Die Phosphorescenz der Körper. Nürnberg 1811—20.
2) *Journal de Pharmacie. T.* 7. *p.* 579.
3) Ebend.
4) *Sur les phosphorescences*; im *Journal de Physique. T.* 68. *p.* 444. *T.* 69. *p.* 5. *T.* 73. *p.* 41. *T.* 74. *p.* 101.
5) *Journal de Pharmacie. Avril* 1825.

§. 400.

Bei abgestorbenen Gewächsen nimmt man Licht-Entbindung am häufigsten am Holze wahr, besonders dem der Wurzel, doch auch des Stammes und der Aeste, wenn seine Zersetzung bei mässiger Wärme, Feuchtigkeit und geringem Zutritt von Luft erfolgt. Nach Dessaignes und Heinrich's Versuchen findet das Leuchten nur bei einer mittleren Temperatur statt. Beim Gefrieren und grosser Hitze verschwindet es. Heisses Wasser zerstört das Leuchten, so auch das Austrocknen. Die Licht-Entwickelung erfolgt in der atmosphärischen Luft. In comprimirter Luft wird sie verstärkt, dauert aber kürzere Zeit. Im luftleeren Raum soll sie nach Dessaignes allmählig verschwinden. In Sauerstoffgas leuchtet das Holz nicht stärker als in atmosphärischer Luft, wie Heinrich, Dessaignes, Gaertner [1] und Boeckmann [2] wahrnahmen; doch soll das Leuchten nach den Versuchen der beiden letzteren länger dauern. In Stickgas, Wasserstoffgas und Phosphor-Wasserstoffgas hält das Leuchten nur einige Stunden an; es beginnt aber wieder wenn atmosphärische Luft zutritt. Im kohlensauren Gas, geschwefeltem Wasserstoffgas, Salpetergas, Chlorgas, Ammoniakgas, salzsauren Gas hört es nach einigen Minuten auf, wie Spallanzani, Hulme [3], von Humboldt [4] u. a. beobachteten. Das Leuchten verschwindet nach sechs bis vierundzwanzig Stunden in nicht gekochtem Wasser und fetten Oelen; schnel-

Digitized by Google

ler erlöscht es in Weingeist, Aether, Kalkwasser, verdünnten Säuren und Salz-Auflösungen. In Schwefelsäure hört es gleich auf. In gemeiner Luft oder im Sauerstoffgas leuchtendes Holz verzehrt Sauerstoff und erzeugt kohlensaures Gas, ohne dass jedoch das Volumen der Luft beträchtlich vermindert wird.

Nach obigen Erscheinungen zu schliessen scheint bei der Zersetzung des Holzes, wie L. Gmelin [5] meint, eine leicht verbrennliche organische Verbindung von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff hervorgebracht zu werden, die gleich dem Phosphor bei gewöhnlicher Temperatur verbrennt und Licht entwickelt. Vielleicht hat selbst der Phosphor einigen Antheil daran, indem das Vorkommen phosphorsaurer Kalkerde in der Asche vieler Holzarten durch Berthier's [6] Untersuchungen erwiesen ist.

Licht-Entwickelung wurde auch an Baldrian- und Tormentill-Wurzeln [7], Kartoffeln [8], Kürbissen und beim Faulen verschiedener Schwämme beobachtet.

1) Scherer's Journal der Chemie. B. 3. S. 14.
2) Ebend. B. 5. S. 8.
3) *Philos. Transact.* 1801. *p.* 483.
4) Versuche über die chemische Zerlegung des Luftkreises. S. 200.
5) Handbuch der theoretischen Chemie. B. 1. S. 90. 3te Ausgabe.
6) *Annales de chimie et physique. T.* 32. *p.* 210.
7) Kortum nahm das Leuchten an Baldrian-Wurzeln wahr (Voigt's neues Magazin B. 7. S. 67.); an Tormentill-Wurzeln (Berliner Jahrb. der Pharmacie B. 1. S. 174).
8) *Journal de Physique. T.* 33. *p.* 225. Voigt's Magazin. B. 7. S. 74. Edinburgh Philos. Journal 1824. Jul. p. 232.

§. 401.

Bei weitem häufiger als bei Gewächsen sind die Erscheinungen des Leuchtens an todten Thieren. Th. Bartholin [1], Boyle [2], Beale [3], Redi u. a. nahmen es am Fleische von Säugethieren, Vögeln und Amphibien bald nach dem Tode wahr. Am häufigsten und stärksten zeigt sich Licht vor der eintretenden Fäulniss an Fischen. Todte Sepien und Muschelthiere, Eingeweidewürmer und Medusen sahen Bartholin, Jacobaeus [4], Redi, Spallanzani, Tilesius u. a. leuchten. Licht-Entwickelung beobachtete ich an todten Seesternen. Die zahlreichsten Versuche wurden über

das Leuchten der Fische von Canton [6], Martin [7], Spallanzani [8], Hulme [9], Heinrich und Dessaignes angestellt. Seefische der verschiedensten Art leuchten am öftersten, doch auch Süsswasser-Fische, wie Heinrich an Hechten und Welsen beobachtete. Meistens tritt die Licht-Entwickelung ein oder zwei Tage nach dem Tode ein, bei feuchtem Zustande, in der atmosphärischen Luft und im Sauerstoffgas, bei 12 bis 18° C. Wärme. Kälte unter dem Gefrierpuncte hebt sie auf; doch leuchten gefrorne Fische nach dem Aufthauen von Neuem. Siedhitze, namentlich kochendes Wasser, zerstört das Leuchten für immer. Im luftleeren Raume, im kohlensauren Gas, Wasserstoffgas, geschwefelten Wasserstoffgas, Salpetergas zeigt sich keine Licht-Entwickelung, und war sie eingetreten so verschwindet sie. Das Leuchten stellt sich wieder ein, wenn die Fische in atmosphärische Luft gelangen. Durch Kalkwasser, Weingeist, Aether, concentrirte Auflösungen von Alkalien und Salzen, sowie durch Säuren wird das Leuchten aufgehoben. Werden die Flüssigkeiten mit Wasser sehr verdünnt, so stellt sich das Leuchten wieder ein. Wärme-Entbindung ist, nach Hulme's Beobachtungen, nicht mit dem Leuchten verbunden, jedoch erzeugt sich nach Dessaignes Kohlensäure. Während des Leuchtens in der Luft nimmt man auf der Oberfläche der Fische eine klare, flüssige, schleimartige Materie wahr, die allmählig trüb, consistent und leuchtend wird. Diese leuchtende Substanz lässt sich wegwischen und mit Wasser verbinden, das nun leuchtend wird. Bringt man Fische in Gläser mit Wasser, so erscheint bald auf der Oberfläche ein leuchtender Ring. Schüttelt man die Flüssigkeit, so wird sie leuchtend. In ausgekochtem Wasser erlöscht das Licht bei abgehaltener Luft; es erscheint aber wieder, wenn die Luft hinzutreten kann. Das Leuchten verschwindet, sobald die stinkende Fäulniss beginnt. Aus allem dem ergibt sich, dass dem Leuchten der todten thierischen Körper ein Zersetzungs-Process unter dem Einflusse der Wärme und der Luft vorausgeht, wobei eine leuchtende Flüssigkeit erzeugt oder ausgeschieden wird. Wahrscheinlich enthält sie Phosphor, der als ein Bestandtheil ihrer Mischung sich absondert, und in einer langsamen Verbrennung begriffen ist.

Digitized by Google

1) *De luce animalium. Hafn.* 1669. 8.
2) Works *T.* 3. *p.* 304.
3) *Philos. Transact. V.* 11. *p.* 599.
4) *De animalibus vivis, quae in corporibus animalium vivorum reperiuntur. Amst.* 1708. *p.* 15.
5) *Act. Hafn. T.* 5. *p.* 283.
6) *Philos. Transact. T.* 59. *p.* 446.
7) Schwed. Abhandl. 1761. Nro. 7.
8) *Chimico essame degli esperimenti del Sign. Goettling-Modena* 1796.
9) *Philos. Transact.* 1800 *P.* 1. *p.* 161. 1801 *p.* 483.

I. *Leuchten lebender Pflanzen.*

§. 402.

Die Blumen mehrerer Pflanzen sollen nach Sonnen-Untergang, an heiteren und warmen Sommer-Abenden, Licht, gleich Funken, aussprühen. Diese Erscheinung, deren schon ältere Schriftsteller [1] erwähnen, beobachtete die Tochter Linné's [2] an den Blüthen der Kapuziner-Kresse *(Tropaeolum majus)*. Linné wollte sie nur an solchen Blumen bemerkt haben, deren Blüthblätter eine rothgelbe Farbe zeigten. Haggren [3] glaubte Ausströmen von Licht an der gemeinen Ringelblume *(Calendula officinalis)*, der Feuer-Lilie *(Lilium bulbiferum)*, und an den Todtenblumen *(Tagetes patula, erecta)*, also an Blumen mit gelber Farbe, und zwar nur kurz nach Sonnen-Untergang, bei warmer, heiterer Luft, nicht aber wenn sie feucht war, beobachtet zu haben. Johnson [4] will das Aussprühen von Licht-Funken an den Blüthen mehrerer Gewächse, *Calendula, Lilium bulbiferum, chalcedonicum, Tagetes, Helianthus* und *Polyanthes* gesehen haben. Die gemeine weisse Tuberose *(Polyanthes tuberosa)* leuchtete an einem schwülen Sommer-Abend, und bei näherer Betrachtung fand er, dass drei im Verwelken begriffene Blüthen kleine Funken von einem trüben Lichtgelb ausstiessen, wobei sie einen ungewöhnlichen starken Geruch verbreiteten; bei aller Aufmerksamkeit konnte er jedoch kein Knistern, wie von elektrischen Funken, bemerken. Die Blüthen anderer Gewächse sollen in der Nacht ein schwaches, gleichförmiges Licht von einer bläulich grünlichen Farbe ausströmen, wie Szuets [5] an der *Phytolacca decandra* wahrgenommen haben will. Einige Naturforscher

Digitized by Google

haben gegen das Leuchten der Blumen Zweifel erhoben, weil sie es bei ihren Versuchen nicht beobachteten. So sah Ingenhouss [6] keine Spur des Leuchtens an den Blüthen von *Tropaeolum*, weder bei schwachem Lichte am Abend oder in Sommernächten, noch in völliger Dunkelheit. Ebensowenig gelang dies Senebier [7] und dem jüngern Saussure [8]. Auch L. C. Treviranus [9] hat an den Blumen von *Tagetes, Tithonia, Coreopsis tinctoria* und *Gonteria pavonina* bei völliger Dunkelheit kein Leuchten beobachten können. Er hält daher das helle Licht, welches man an solchen Blumen in der Dämmerung wahrzunehmen glaubt, mit Goethe [10], für eine blose Täuschung. Ferner wollen einige Naturforscher Licht-Entwickelung an dem frisch ausfliessenden Safte einer in Brasilien wachsenden Euphorbie bemerkt haben. Murnay [11] erwähnt dieses Phänomens zuerst. Auch Martius [12], der diese Art unter dem Namen *Euphorbia phosphorea* aufführt, will es einmal beobachtet haben.

1) Die älteren Nachrichten sind von C. Gesner (*De lunariis, Tiguri* 1555) gesammelt.
2) Abhandlungen der Schwedischen Akademie. 1762. B. 24. S. 291.
3) Neue Abhandl. der Schwed. Akad. 1777. B. 9. S. 59.
4) *Edinburgh philos. Journ. T.* 6. *p.* 415.
5) Trommsdorff's Journal der Pharmacie. B. 8. S. 54.
6) Versuche mit Pflanzen. B. 2. S. 273.
7) *Physiologie végétale. T.* 2. *p.* 21.
8) *Recherches chim. sur la végétation. p.* 129.
9) Entwickelt sich Licht und Wärme beim Leben der Gewächse? in der Zeitschrift für Physiologie. B. 3. H. 2.
10) Zur Farbenlehre. B. 1. S. 21.
11) Gilbert's Annalen. B. 56. S. 367.
12) Reise in Brasilien. B. 2. S. 726.

§. 403.

Licht-Entwickelung wurde an mehreren Cryptogamen beobachtet. Linné erwähnt des Leuchtens von *Byssus phosphorea (Dematium violaceum Pers.)*. Ducluzeau [1] sah Conferven leuchten. Gleiches nahmen Funk und Brandenburg [2] an der in Höhlen wachsenden *Schistotega osmundacea* wahr. Brewster [3] beobachtete Phosphorescenz an der *Chara vulgaris* und *hispida*, besonders dann, wenn er sie auf ein warmes Eisen legte. Licht-Entwickelung an einem cryp-

Digitized by Google

togamischen Gewächs, das in Steinkohlengruben und anderen Bergwerken an altem Holz vorkommt, und unter dem Namen *Rhizomorpha* beschrieben worden ist, haben Derbschau und Noeggerath [4] wahrgenommen. Bischof [5] hat die Verhältnisse ausgemittelt, unter denen das Leuchten statt findet. Dasselbe ist zwar am ganzen Gewächs, doch vorzüglich an den weisslichen jungen Trieben bemerkbar. Bei jüngeren Pflanzen ist es lebhafter als bei alten. Ferner zeigt sich das Licht stärker bei solchen, die an nassen und warmen Orten der Gruben wachsen, als bei denen, die an trocknen und kalten Orten vorkommen. Bei Erwärmung bis zu 40° C. wird das Leuchten lebhafter. Die Rhizomorphen leuchten nicht im luftleeren Raume, oder in solchen Gasarten, die nicht mit Sauerstoffgas gemengt sind. Das Leuchten erscheint wieder, wenn die Luft, selbst nach Verlauf mehrerer Stunden in den luftleeren Raum gelassen, oder wenn die Pflanzen aus dem Stickgas herausgenommen werden, und in Berührung mit atmosphärischer Luft kommen. Im Sauerstoffgas leuchten sie stärker als in der gemeinen Luft. Sauerstoffgas verschwindet und Kohlensäure wird erzeugt; ein Theil desselben scheint absorbirt zu werden, so dass das kohlensaure Gas nicht vollkommen den Raum des verloren gegangenen Sauerstoffs ersetzt. Das Leuchten scheint mit dem Leben der Gewächse aufzuhören.

1) *Essai sur l'hist. naturelle des Conferves des environs de Montpellier. p.* 18.

2) Gilbert Annalen. B. 30. S. 242.

3) *Edinburgh. Philos. Journal., Jul.* 1823. *p.* 194.

4) Verhandlungen der Leopold-Carol. Akad. der Naturforscher. B. 11. Abth. 2.

5) Ueber die Phosphorescenz der unterirdischen Rhizomorphen; in Schweigger's N. Journ. für Chemie und Physik. B. 9. S. 259.

§. 404.

Die Ursachen des Leuchtens der Gewächse sind noch nicht erforscht. Pultney und Volta [1] hielten es für eine elektrische Erscheinung, die durch den idio-elektrischen Blüthenstaub bewirkt werde. Dagegen aber spricht, dass Haggren das Licht nicht aus den Staubfäden, sondern aus den Blüthenblättern ausströmen sah. Wahrscheinlich hängt es von den Blüthen, wenn es anders wirklich statt hat, von

Digitized by Google

der Ausdünstung einer brennbaren Materie, vielleicht eines ätherischen Oels ab, welches unter dem Einflusse der Luft in eine Art von Combustion versetzt wird. *Dictamnus albus* soll in warmen Sommer-Abenden eine Atmosphäre um sich verbreiten, welche bei Annäherung eines Lichts sich entzündet und eine glänzende blaue Flamme zeigt [2]. Das Leuchten der Cryptogamen scheint gleichfalls, nach obigen Versuchen zu schliessen, in einem langsamen Verbrennungs-Process zu bestehen.

1) Meteorologische Briefe. B. 1. S. 24.
2) *Edinburgh Philos. Journ. Jul.* 1824. *p.* 232.

II. *Leuchten lebender Thiere.*

§. 405.

Licht-Erscheinungen wurden an vielen, sowohl im Wasser sich aufhaltenden, als in der Luft lebenden Thieren wahrgenommen. Häufiger jedoch zeigen sie sich bei ersteren als bei letzteren. Die grösste Anzahl der das Meer bewohnenden Thiere der unteren Klassen, Infusorien, Medusen, Strahlthiere, geringelte Würmer, viele Krebse, mehrere Mollusken, und selbst einige Fische leuchten. Von ihnen rührt das Leuchten des Meeres her, welches in allen Zonen, doch am häufigsten innerhalb der Wendekreise von Loeffling, Ternstroem, Osbeck, Kalm, Hasselquist, Banks, Solander, Forster, Le Gentil, Labillardière, Peron, von Humboldt, Krusenstern, Tilesius u. a. beobachtet worden ist. Wenn ein Schiff während der Nacht bei frischem Winde die Wellen des Oceans durchschneidet, so verbreiten die bewegten Wellen ein röthliches glänzendes Licht, das gleich Blitzen über das Meer ausstrahlt [1]. Quoy und Gaimard sahen das Meer bis zum 60° südlicher Breite leuchten, und Mac Culloch beobachtete dies Phönomen an den Küsten der Schettland- und Orkney-Inseln. Ueber seine Ursachen hegten die Naturforscher verschiedene Meinungen. Boyle [2] stellte die Vermuthung auf, es werde durch die schnelle Umdrehung der Erde verursacht, wobei die Luft eine Reibung auf der Oberfläche des Meeres bewirke. Bajon [3], Le Gentil [4], De la Perrière [5], Waesstroem [6] u. a. hielten es für eine durch das Reiben des Wassers und seiner Salz-

Digitized by Google

theilchen hervorgebrachte elektrische Erscheinung. Beal [7], Bourzes [8], Le Roy [9], Godeheu de Riville [10], Martin [11], Canton [12], Hulme [13] u. a. schrieben es der Fäulniss thierischer Körper zu, oder einer derselben vorausgehenden Zersetzung eigenthümlicher Art, wobei sich eine leuchtende, schleimig-ölige Materie erzeuge. Silberschlag [14], Borch [15] u. a. hielten es für eine Wirkung des im Meere vorkommenden Phosphors. Mayer [16], Helwig, Brugnatelli u. a. meinten die Thiere saugten am Tage Licht ein, welches sie in der Dunkelheit wieder ausströmten.

Die Abhängigkeit des Leuchtens des Meeres von lebenden Thieren wurde durch die in den Lagunen Venedigs angestellten Beobachtungen Vianelli's [17] und Griselini's [18] erwiesen. Dort sah auch Nollet [19] und Fougeroux de Bondarroy [20] das Leuchten von Thieren. Dies ist ferner durch die Untersuchungen Linné's [21], Forskael's, Donati's, Bank's, Forster's, Spallanzani's, Viviani's [22], Péron's [23], Macartney's [24], Mitchill's [35], Tuckey's [26], Tilesius, Mac Culloch's, Quoy's und Gaimard's [27], Murrays's [28] u. a. ausser allen Zweifel gesetzt worden. Führen wir die Thiere an, deren Leuchten beobachtet wurde.

1) Ich sah dieses schöne Schauspiel im Monat September 1811 auf dem adriatischen Meere. Es rührte von leuchtenden Infusorien her, die ich im Wasser mit Hülfe des Mikroscops erkannte.

2) Works T. 3.

3) *Mém. pour servir à l'hist. naturelle de Cayenne.* Paris 1777. Rozier *Journal T.* 3. *p.* 106.

4) *Voyage aux Indes. T.* 1. *p.* 685.

5) *Mechanisme de l'Electricité. T.* 1. *p.* 111.

6) *Vetenskaps Academ. Nya Handling.* 1798. *S.* 241.

7) *Philos. Transact. T.* 11. *p.* 599.

8) *Voyage aux Indes.* Paris 1704. *Letter concerning the luminous appearence observable in the wake of ships in the India Sea, taken from the IX Vol. of letters of the Missionary Jesuits*; in *Philos. Transact.* 1713. *p.* 230.

9) *Observations sur une lumière produite par l'eau de la mer*; in *Mém. de Mathém. et Physique. T.* 3. *p.* 143.

10) *Mém. sur la mer lumineuse*; *Ib. T.* 3. *p.* 269.

11) Schwed. Akad. Abhandl. 1761. S. 224.

12) *Experiments to prove that the luminousness of the sea arises from the putrefaction of its animal substances*; in *Philos. Transact.* 1769. *p.* 446.

13) *Philos. Transact.* 1800. *p.* 161.

Digitized by Google

14) Sendschreiben über das im Jahr 1720 beobachtete Nordlicht. Berlin 1770.

15) *Memoria sopra il fosforo marino; in Atti dell' Acad. di Siena. T. 6. p.* 347.

16) Beobachtungen über das Leuchten des adriatischen Meeres; in den Schriften der Böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften. 1785. Abthl. 2. S. 3.

17) *Nuove scoperte intorno de luci notturne dell' acqua marina. Venezia* 1749. 8.

18) *Observations sur la scolopendre marine luisante. Venise* 1750. 8.

19) *Observations sur des insectes lumineux des lagunes de Venise. Mém. de l'Acad. de Paris.* 1750. *p.* 57.

20) *Sur la lumière que donne l'eau de la mer principalement dans les lagunes de Venise; Ib.* 1767. *p.* 120.

21) *De natura pelagi*; in *Amoenit. academ. T.* 5. *p.* 72.

22) *Phosphorescentia maris quatuordecim animalculorum novis speciebus illustrata. Genua* 1805. 4.

23) *Voyages aux terres australes. T.* 1. *p.* 41.

24) *Observations on luminous animals*; in *Philos. Transact.* 1810. *P.* 2. *No.* 15.

25) *New-York Medic. Repository. V.* 4. *p.* 375.

26) *Rélation d'une expédition au Zaire, trad. de l'Anglois. Paris* 1818.

27) *Observations sur quelques mollusques et zoophytes envisagés comme causes de la phosphorescense de la mer*; in *Annal. des sc. naturelles. Janv.* 1825. *T.* 4. *p.* 1.

28) *Experimental Researches. Glasgöw* 1826. *p.* 71.

§. 406.

Unter den Infusorien des Meers wurden mehrere von Baster [1], Rigaud [2], Labillardière [3], Tilesius, Mac Culloch, Quoy und Gaimard leuchtend gefunden, namentlich aus den Gattungen *Cercaria*, *Volvox*, *Vibrio*, desgleichen *Trichoda granulosa*, *triangularis*, *Lincophea echinoides* u. a. Tilesius sah das Leuchten der aufgefangenen Infusorien in einem mit Meerwasser gefüllten Glascylinder, da er das Wasser bewegte, oder durch einen Schlag erschütterte. Mac Culloch bemerkte, dass das Licht mit dem Tode der Thiere verschwand. Quoy und Gaimard gossen in ein Gefäss mit Meerwasser, worin sich leuchtende Infusorien befanden, verdünnte Schwefelsäure, worauf sie plötzlich einen hellen aber schnell verschwindenden Glanz verbreiteten. Durch den Zusatz von reiner Schwefelsäure oder Weinessig wur-

Digitized by Google

den die Thiere getödtet, und das Leuchten hörte sogleich auf. Peron [4] sah Sertularien, Gorgonien, Alcyonien, Spongien und Isis-Arten leuchten, die an den Küsten Neuhollands aus der Tiefe des Meeres hervorgezogen wurden. Das Leuchten der Seefedern *(Pennatula phosphorea, grisea, rubra, argentea)* wurde von Linné, Shaw [5], Spallanzani [6] u. a. beobachtet. Nach des letzteren Untersuchungen verbreiten nur die an den Spitzen der Fahnen befindlichen Polypen Licht, wenn sie sich bewegen. Das Leuchten dauert eine Zeit lang nach dem Tode fort, und zwar fliesst eine schleimige Flüssigkeit aus, die er als die Quelle des Lichts ansieht.

1) *Opuscul. subsciv. Harlem* 1759. *Lib.* 1. *p.* 31.

2) *Observation sur les lumières scintillantes qui paroissent de tems en tems dans l'eau de la mer, produites par des insectes et sur l'effet de l'acide nitreux sur ces insectes*; in *Mém. de l'Acad. de Paris.* 1765. *Hist. p.* 26.

3) *Voyage T.* 1. *p.* 63.

4) *Annales du Mus. d'hist. natur. T.* 5. *p.* 133.

5) Reise nach Algier und der Barbarey.

6) *Memorie di Matematica e Fisica della Societa Italiana. T.* 2. *p.* 603.

§. 407.

Die Medusen, besonders die der Tropen-Meere, scheinen unter gewissen Verhältnissen, alle leuchtend zu seyn, nach den an vielen Arten *(Medusa noctiluca, pelagica, scintillans, hemisphaerica, aurita, ovata, capillata, lucida* u. a.*)* von Forskael [1], Banks, Dicquemare [2], Spallanzani [3], Macartney, von Humboldt [4], Tilesius [5], Mac Culloch u. a. gemachten Beobachtungen. Das Leuchten tritt bei den Bewegungen der Thiere ein, vorzüglich an den Fühlfaden, Macartney sah das Leuchten der *Medusa lucida* zunehmen, da er das Wasser erwärmte. Im Weingeist wurde das Licht gleichfalls lebhafter, doch starben die Thiere schnell und ihr Leuchten verschwand. Spallanzani bemerkte, dass aus der Oberfläche der Thiere eine klebrige Flüssigkeit hervortritt, die brennend schmeckt und auf der Haut ein juckendes Gefühl erregt. Dieser Flüssigkeit Wasser oder Milch zugesetzt, macht dieselben einige Stunden lang leuchtend, besonders beim Erwärmen und Bewegen. Todte Thiere, deren Licht erloschen war, wurden durch den Zu-

Digitized by Google

satz süssen Wassers und durch Bewegung bei einer Wärme von 26 bis 37 Grad C. wieder leuchtend. Von Humboldt beobachtete, dass seine Finger nach der Berührung von Medusen eine Zeit lang leuchteten; auch sah er das Licht beim Galvanisiren der Thiere stärker werden. Das Licht von Medusen, denen Macartney einen elektrischen Schlag beibrachte, erlosch für einen Augenblick, trat dann aber lebhafter ein. Das Leuchten der Beroen *(Beroe fulgens, ovatus, pileus)* wurde von Bosc [6], Macartney u. a. beobachtet. Es ist um so lebhafter, je stärker sie sich bewegen. Auch Thiere aus den Gattungen *Physalia*, *Rhizophora*, *Stephanomia* und *Physophora* sah man leuchten. Viviani beobachtete einen kleinen leuchtenden Seestern und Péron [7] fand an den Felsen der Insel Bernier Ophiuren *(Ophiura telactes, phosphorea)*, welche Licht verbreiteten.

1) *Descriptiones animalium, quae in itinere orientali observavit. Havniae* 1775. *p.* 109.

2) Rozier *Journal de Physique. T.* 6. *p.* 319.

3) *Memorie sopra le meduse fosforiche;* in *Mem. della Soc. Ital. T.* 7. *p.* 271.

4) Reise in die Aequinoctial-Gegenden des neuen Continents. B. 1. S. 109.

5) Annalen der Wetterauer Gesellschaft. B. 3. S. 567.

6) *Hist. nat. des vers. T.* 2. *p.* 147.

7) *Voyage T.* 1. *p.* 121.

§. 408.

Licht-Erscheinungen wurden an Würmern des Meeres, Nereïden *(Nereis noctiluca, phosphorans, cirrigera, mucronata* u. a.*)*, und Planarien *(Planaria retusa)* von Auzout [1], De la Voye [2], Vanelli, Griselini, Linné [3], Viviani u. a. wahrgenommen. Selbst die Erdwürmer *(Lumbricus terrestris)*, verbreiten Licht zur Begattungszeit, nach Flaugergues [4] und Brugière's [5] Beobachtungen. Unter den Mollusken gibt es gleichfalls einige leuchtende, wozu die Bohrmuscheln *(Pholas dactylus)* gehören, deren Licht-Erscheinungen schon Plinius [6] kannte, und worüber Réaumur [7] und die Akademie von Bologna [8] viele Versuche angestellt haben. Ihr weisses, ins bläuliche spielende Licht ist um so bemerkbarer, je lebhafter, frischer und saftreicher die Thiere sind. Während des Sommers und zur Zeit der

Digitized by Google

Fortpflanzung ist es am stärksten. Nicht nur die äusseren Theile, besonders die Athmungsröhre, sondern auch die inneren Theile leuchten. Auch das von ihnen abfliessende Wasser und ein kleberiger Schleim, den sie ausschwitzen, verbreiten Licht. Sie theilen das Leuchten den berührenden Fingern und dem Munde, sowie dem Speichel, beim Verspeisen derselben mit. Im luftleeren Raum verschwindet das Licht, es kehrt aber beim Zutritt der Luft zurück. Mässige Wärme vermehrt das Leuchten, Kälte und Siedhitze heben es auf. Begiesst man sie mit lauwarmem Wasser und Milch, so nimmt das Licht zu, und diese Flüssigkeiten werden leuchtend. Im Oel dauert das Leuchten eine Zeit lang fort. Verdünnte Auflösungen von Kochsalz, Salpeter, Salmiakgeist verstärken es. Concentrirte Auflösungen dagegen, so wie Essig, Wein, Weingeist, Schwefelsäure, Vitriol und Sublimat tilgen es schnell. Das Leuchten dauert einige Tage nach dem Tode fort, und verschwindet mit dem Eintritte der Fäulniss. Werden die Thiere getrocknet, so hört die leuchtende Eigenschaft auf, sie kehrt aber beim Reiben und Befeuchten mit Wasser, besonders lauwarmem, für einige Zeit zurück.

Zu den leuchtenden Mollusken gehören ferner die Biphoren *(Salpa)* nach Bosc's [9], Tilesius u. a. Beobachtungen, sowie die Pyrosomen *(Pyrosoma atlanticum, giganteum)* nach Péron's [10], Desmarets und Lesueur's [11] Untersuchungen.

1) *Sur les vers luisans dans les huitres:* in *Mém. de l'Ac. de Paris. T.* 10. *p.* 453.

2) *Lettres sur les vers luisans dans les huitres; Ib. p.* 455.

3) *Diss. resp. Adler. De nocti luca marina. Upsal.* 1752.

4) *Lettre sur le phosphorisme des Vers de terre;* in *Journal de physique. T.* 16. *p.* 311.

5) *Sur la qualité phosphorique du ver de terre, dans certaines circonstances;* in *Journal d'hist. natur. T.* 2. *p.* 267.

6) *Hist. natur. L.* 9. *C.* 61.

7) *Des merveilles des dails, ou de la lumière qu'ils répandent;* in *Mém. de l'Ac. de Paris.* 1723. *p.* 198.

8) *De luce dactylorum*; in *Commentar. Acad. Bonon.* 1745. *T.* 2. *P.* 1. *p.* 248. Beccaria, Monti, Galeati und Balbi beschäftigten sich mit den Versuchen.

9) *Hist. natur. des vers. T.* 2. *p.* 174.

10) *Annales du Mus. T.* 4. *p.* 441.

11) *Bulletin des sciences. Mai* 1815.

Digitized by Google

§. 409.

Von Krustenthieren sind viele leuchtend. Licht-Erscheinungen am gemeinen Flohkrebs *(Gammarus pulex)* während des Sommers haben Thulis und Bernard [1] im südlichen Frankreich, und Hablitzl [2] am kaspischen Meer wahrgenommen. Von Krabben sahen Banks, Macartney, Tuckey und Tilesius einige leuchten, namentlich *Cancer fulgens.* An Arten der Gattungen *Astacus* [3], *Palaemon*, *Crangon*, *Penaeus*, *Squilla*, *Limulus* [4], *Lynceus* [5] u. a. wurde dies Phänomen gleichfalls beobachtet.

Auch an Fischen will man Licht-Erscheinungen bemerkt haben. Loeffling und Baion [6] sahen in grossen Haufen ziehende Doraden *(Coryphaena hippuris)* leuchten, ebenso Riville *Scomber pelamys.* Mac Culloch führt eine Art von *Leptocephalus* als leuchtend auf. Das Leuchten der Fische kann jedoch beim Schwimmen von der Bewegung der im Meerwasser enthaltenen Infusorien und anderer leuchtenden Thiere herrühren. Tilesius schreibt es dem Glanze der Schuppen mehrerer Fische zu.

1) *Observat. sur les crevettes de rivière phosphoriques;* in Rozier *Journal. T.* 28. *p.* 67.

2) Pallas Nordische Beiträge. B. 4. S. 396.

3) Tilesius hat viele leuchtende Krustenthiere aufgeführt und zum Theil abgebildet im Atlas zu Krusenstern's Reise. Tab. 22.

4) Macartney a. a. O.

5) Riville in *Mém. étrangers de l'Ac. T.* 3. *p.* 269.

6) *Mém. pour servir à l'hist. de Cayenne. T.* 2.

§. 410.

Unter den in der Luft lebenden Thieren zeichnen sich mehrere Insekten durch Licht-Erscheinungen aus. Von Käfern gehören hieher die Leuchtkäfer *(Lampyris noctiluca, splendidula, italica, ignita, phosphorea, nitidula, lucida, japonica, pensylvanica* u. a.*)*, deren Licht-Quelle im Hinterleibe ihren Sitz hat. Ferner leuchten viele Schnellkäfer *(Elater)*, besonders der auf den westindischen Inseln und in Südamerika sich aufhaltende Cucujo *(Elater noctilucus)*, dessen starkglänzenden, dem Smaragde ähnlichen Lichts Sloane [1], P. Browne [2] und Fougeroux [3] erwähnen. Auch *Elater ignitus, phosphoreus* und mehrere andere von Illi-

Digitized by Google

GER [4] aufgezählte Arten leuchten. Beim Cucujo verbreitet sich das Licht, nach CURTIS [5] Beobachtungen, von zwei augenförmigen Erhabenheiten des Brustschildes und der Basis des Hinterleibs. Er glaubt beobachtet zu haben, dass das Insekt das Licht willkührlich erregen und auslöschen könne. Da er die leuchtende Materie gleich nach dem Tode von einem Käfer entnahm, dauerte das Leuchten eine Zeit lang fort.

LUCE [6] beschreibt eine Käfer-Art *(Scarabaeus phosphoricus)* des mittäglichen Frankreichs, dessen Hinterleib leuchtet. Nach AFZELIUS [7] geben die hohlen, kugelförmig aufgetriebenen Antennen des Hakenkäfers *(Paussus spheroceros)* einen phosphorischen Schimmer von sich. LATREILLE [8] theilt die Beobachtung eines Freundes mit, nach welcher die Augenflecken der *Buprestis ocellata* geleuchtet haben sollen. Von Orthopteren soll, nach SUTTON's [9] Angabe, die Maulwurfs-Grille *(Acheta gryllotalpa)* leuchten. Unter den Hemipteren sind die Laternenträger, (*Fulgora laternaria* [10], *serrata* in Südamerika, *F. pyrrhorhynchus* in Ost-Indien und *F. candelaria* [11] in China) leuchtend. Der lichtausströmende Theil ist der blasenartig aufgetriebene Vordertheil des Kopfs. Nach OLIVIER sollen auch Cigaden Licht verbreiten. Von Lepidopteren soll der Hinterleib der *Pyralis minor*, nach BROWN's Angabe, schwach leuchten. Unter den Myriapoden zeichnen sich *Scolopendra electrica*, *phosphorea* und *morsitans*, nach GARMAN's [12], RÉAUMUR's [13], LINNÉ's [14], FOUGEROUX's [15] und MACARTNEY's Beobachtungen, durch einen phosphorescirenden Glanz aus. Gleiches bemerkte MAC-CULLOCH an Julus-Arten, und unter den Arachniden an Phalangien. Nach MACARTNEY soll die *Scolopendra electrica* eine leuchtende Materie nach aussen entleeren, die mit den Fingern weggewischt einige Sekunden lang ein phosphorisches Licht verbreite.

1) *A voyage to Jamaica. London* 1707. *T.* 2. *p.* 206.
2) *Natural History of Jamaica. London* 1756. *p.* 432.
3) *Mém. de l'Acad. de Paris.* 1766. *p.* 340.
4) Berliner Magazin der naturforschenden Freunde. Jahrgang 1. S 141.
5) *Zoological Journal* 1827. *No.* 11. *p.* 379.
6) *Description d'un insecte phosphorique qu'on rencontre dans*

Digitized by Google

une partie du district de Grasse, Département du Var; in *Nouv. Journal de Physique. T.* 1. *p.* 300.

7) *Linnean Transact. T.* 4. *p.* 261.

8) *Hist. natur. des Insectes. T.* 10. *p.* 262.

9) Kirby *and* Spence *Introduction to Entomology. T.* 2. *p.* 421.

10) Merian *Insecta Surinam. p.* 49. Richard und Graf Hoffmannsegg. (Ueber das Leuchten der Fulgoren; in Berliner Magazin Jahrg. 1. S. 152.) haben das Leuchten in Zweifel gezogen.

11) Donavan *An epitome of the natural history of the Insects of China. London* 1798.

12) *Scolopendrae lux innata;* in *Miscell. Acad. Nat. Curios. Dec.* 1. *Ann.* 1. 1670. *p.* 307.

13) *Mém. de l'Acad. de Paris.* 1723. *p.* 204.

14) Abhandl. der Schwed. Akademie. 1746. S. 62.

15) *Mém. de l'Acad. de Paris.* 1766. *p.* 339.

§. 411.

Das Leuchten der Insekten hat vielfach die Aufmerksamkeit der Naturforscher in Anspruch genommen. Die zahlreichsten Versuche zur Ausmittelung seiner Verhältnisse und Ursachen wurden an Leuchtkäfern *(Lampyris)* angestellt, und zwar am Johanniswurm *(L. splendidula)* von Templer [1], Waller [2], G. Forster [3], Guénau de Montbeillard [4], Razumowsky [5], Macartney [6] und G. R. Treviranus [7], an *Lampyris noctiluca* von Hermbstaedt [8], Heinrich [9], und Murray [10], an *Lampyris italica* von Nollet [11], Spallanzani [12], Carradori [13], Brugnatelli und Grotthuss [14]. Macaire [15] experimentirte mit *Lampyris noctiluca* und *splendidula*, und Tweedy John Todd [16] mit jenen drei Arten. Die Ergebnisse der Untersuchungen stehen zum Theil mit einander im Widerspruch, und die zur Erklärung dieses Phänomens aufgestellte Theorien tragen mehr oder weniger das Gepräge der zu der Zeit in der Chemie herrschenden Ansichten, in der die Versuche gemacht wurden. Wir wollen die Haupt-Ergebnisse herausheben.

Die Quelle des Lichts hat vorzüglich in den letzten Ringen des Hinterleibs ihren Sitz, doch bieten die leuchtenden Stellen nach den Arten Verschiedenheiten dar, und zeigen im Allgemeinen bei den Weibchen eine grössere Ausdehnung als bei den Männchen. Das glänzend gelbe und ins grünliche spielende Licht des weiblichen Johanniswurms geht von gelblichen Flecken der unteren Fläche der drei

Digitized by Google

letzten Ringe aus. Bei dem von einigen Naturforschern für lichtlos gehaltenen Männchen sind nur zwei kleine leuchtende Punkte vorhanden. *Lampyris noctiluca* verbreitet ein hellbläuliches oder grünliches Licht, welches von der Mitte der beiden vorletzten Segmente und von zwei seitlichen Flecken am letzten Ringe ausströmt. Der vierte Ring hat nur einen kleinen leuchtenden Punkt am hinteren Rand. Bei dem italienischen Leuchtkäfer sind die zwei letzten Bauchringe ganz leuchtend, und ihr Licht ist lebhaft weiss. Nicht nur die ausgebildeten Insekten beiderlei Geschlechts, sondern auch die Larven leuchten, wie Swammerdamm [17], De Geer [18], Schmid [19], Macaire und Todd beobachtet haben. Macaire nahm an den kaum aus dem Eye gekrochenen, nicht eine Linie langen Larven, zwei kleine leuchtende Punkte wahr. Selbst die Eyer zeigen ein schwaches, dem Phosphor ähnliches Licht. Hieraus dürfte sich ergeben, dass die Licht-Entwickelung nicht mit dem Zeugungs-Geschäft in nächster Beziehung steht, obgleich das Leuchten während des Acts der Begattung, nach Mueller's [20] Angabe am stärksten ist, bei dem Weibchen zur Zeit des Eyerlegens noch sehr lebhaft fortdauert, und bei dem Männchen nach vollzogener Begattung abnimmt.

Ueber die Frage, ob das Leuchten durch eigene Organe bewirkt werde, sind die Meinungen der Naturforscher getheilt. Macartney glaubte beobachtet zu haben, dass das Licht von dem Fettkörper ausgehe, der dicht über den durchsichtigen Bedeckungen der leuchtenden Theile liege. Ferner sah er in dem letzten Bauchringe zwei kleine ovale Säckchen, welche wie Tracheen aus elastischen Spiralfaden bestanden, und eine gelbe, weiche Substanz enthielten. Auch Carradori, Mueller und Murray nehmen an, die leuchtende Materie sey in Bläschen oder Säckchen enthalten. Treviranus verwirft das Vorkommen besonderer Organe für die Licht-Entbindung, und hält die inneren Zeugungstheile für den Sitz des Lichts. Macaire sah nach Wegnahme der äusseren, dünnen, durchsichtigen und weichen hornartigen Hülle der leuchtenden Punkte eine gelblich weisse, halbdurchsichtige Substanz, die unter dem Mikroscop aus zahlreichen ästigen Fasern gebildet erschien, und in die sich Nervenfaden verbreiteten. Mit den Fasern

Digitized by Google

war eine körnige Materie verbunden. Diese Substanz phosphorescirt in der Dunkelheit sehr lebhaft so lange sie feucht ist. Beim Trocknen wird sie undurchsichtig und hört auf zu leuchten. In der Luft und im Wasser fährt sie zwei bis drei Stunden lang fort, einen grünlichgelben Glanz zu verbreiten. Wärme und die Einwirkung des Galvanismus können das Leuchten so lange hervorrufen, als die Materie nicht aufgetrocknet ist. Auch Spallanzani und Carradori sahen die leuchtenden Theile der *Lampyris italica* nur im feuchten Zustande leuchten. Spallanzani, Heinrich und Todd wollen ferner die vom Körper getrennten Theile durchs Berühren mit einer Nadel oder durchs Einstechen derselben zum Leuchten gebracht haben, wenn sie noch nicht aufgetrocknet waren. Setzte Macaire die Substanz der Wärme bis zu 41° C. aus, so vermehrte sich ihr Glanz. Fuhr er mit dem Erwärmen fort, so nahm das Licht ab und ward röthlich. Bei 52° verschwand es gänzlich, und nun erschien die Materie weiss, undurchsichtig, dem geronnenen Eyweiss ähnlich. Damit stimmen in der Hauptsache Murray's Versuche überein. Im luftleeren Raum erlosch das Licht, kehrte aber beim Zutritt der Luft zurück. Carradori und Brugnatelli dagegen wollen es selbst im luftleeren Raum beobachtet haben, was jedoch zu bezweifeln ist. In nicht athmenbaren Gasarten verschwindet das Licht, in der atmosphärischen Luft und im Sauerstoffgas stellt es sich wieder ein. Nach Murray soll die Materie im kohlensauren, Wasserstoff- und Stick-Gas fortgeleuchtet haben. Chlor, Salpeter- und Schwefel-Säure tilgen das Licht für immer. Dem Feuer ausgesetzt, hört die Materie auf zu leuchten, sie verbrennt und verbreitet einen ammoniakalischen Geruch. Concentrirte Mineral- und vegetabilische Säuren bringen die leuchtende Substanz zum Gerinnen, und damit erlöscht das Licht. Die ersteren lösen sie unter Mitwirkung der Wärme auf. Schwefelsäure bringt eine blaugrüne Färbung hervor. Der Glanz der leuchtenden Materie verschwindet im Oel und in fetten Substanzen, und ist darin weder bei der Wärme noch bei der Kälte löslich. Macaire vermuthet, das Licht höre auf, weil die fetten Materien den Zutritt der Luft zu der leuchtenden Substanz verhindern. Carradori, Brugnatelli, Murray und

Digitized by Google

Todd wollen die Fortdauer des Leuchtens im Oele beobachtet haben. Aether und Alkohol heben die Phosphorescenz sogleich auf, und die leuchtende Materie wird weiss und undurchsichtig, Auch im camphorirten Weingeist erlöscht das Licht nach Sheppard's [21] Versuchen. Reines Pflanzen-Alkali zerstört das Leuchten und löst die Materie vollständig auf, wobei sie eine gelbe Farbe annimmt. Eine Auflösung des ätzenden Sublimats und Kupfersalze tilgen das Leuchten sogleich, und die Materie wird zur Gerinnung gebracht. Im kochenden Wasser ist die Substanz nicht löslich und sie nimmt eine grössere Consistenz an.

Zufolge dieser Versuche nimmt Macaire eine besondere leuchtende Materie an, die vorzüglich aus Eyweissstoff in einem halbdurchsichtigen Zustande bestehe, und beim Einfluss einer mässigen Wärme und der atmosphärischen Luft leuchte, aber aufhöre Licht zu verbreiten, sobald sie in die vollständige Gerinnung versetzt werde.

1) *Some observations concernig Glow-Worms;* in *Philos. Transact.* 1671. *V.* 6. *No.* 72. *p.* 2177. *No.* 78. *p.* 3035.

2) *Observations on the Cicindela volans, or flying Glow-Worm. Ib.* 1684. *V.* 15. *No.* 167. *p.* 841.

3) Göttingisches Magazin der Wissenschaften und Literatur. Jahrgang 3. St. 2. S. 281.

4) *Mém. sur la lampire;* in *Nouv. Mém. de l'Acad. de Dijon.* 1782. *Sem.* 2. *p.* 80.

5) *Mèm. sur le ver luisant;* in *Mém. de Lausanne. T.* 2. *P.* 1. *p.* 240.

6) *Philos. Transact.* 1810. *P.* 2. *p.* 275.

7) Ueber das Leuchten der *Lampyris splendidula;* in Vermischten Schriften. B. 1. S. 87.

8) Magazin der naturforschenden Freunde in Berlin. Jahrgang 2. S. 248.

9) Ueber die Phosphorescenz der Körper. Abhandl. 3. S. 375.

10) *Experimental Researches. Glasgow* 1826. *p.* 9.

11) *Observations sur la mouche luisante d'Italie (Lucciola);* in *Mém. de l'Acad. de Paris.* 1750. *p.* 57.

12) *Chimico Essame degli Esperimenti di Sign. Goettling sopra la luce del fosforo. Modena* 1796. *p.* 119.

13) *Brugnatelli Annali di Chimica. Pavia* 1797. *T.* 13. 1808. 1809.

14) *Annales de Chimie. T.* 64. *p.* 19.

15) *Mém. sur la Phosphorescence des Lampyres;* in *Journal de Physique par Ducrotay de Blainville. Juillet* 1821. *T.* 93. *p.* 46. *Annales de Chimie. T.* 17. *p.* 151.

Digitized by Google

16) *An Inquiry into the nature of the luminous Power of some of the Lampyrides, viz. Lampyris splendidula, italica and noctiluca;* in *Journal of science and arts. London* 1826. *No.* 42. *p.* 241.

17) *Bibl. naturae. T.* 1. *p.* 283.

18) *Mém. presentés à l'Acad. de Paris. T.* 2. *p.* 261.

19) Versuche über die Insekten. Gotha 1803. B. 1. S. 245.

20) Illiger's Magazin für Insektenkunde. B. 4. S. 175.

21) Kirby und Spence *Introduction to Entomology. T.* 2. *Lett.* 25.

§. 412.

Hinsichtlich der Verhältnisse, unter denen die lebenden Thiere leuchten, haben die Untersuchungen folgendes gelehrt. Das Leuchten beginnt gewöhnlich zu Ende der Dämmerung, wo die leuchtenden Theile als kleine Punkte erscheinen, die sich allmählich vergrössern. Werden die Thiere vor Sonnen-Untergang an dunkele Orte gebracht, so fangen sie lange vor der Dämmerung an, Licht zu verbreiten. Setzt man die Thiere während des Leuchtens dem Lichte aus, so nimmt ihr Glanz merklich ab, kehrt aber in der Dunkelheit bald zurück. Mit Anbruch des Tages erlöscht das Licht, mit Ausnahme zweier Punkte am letzten Ringe, die fortfahren einen schwachen Schein zu geben, wie Razumowsky und Macaire richtig beobachtet haben. Macartney will bemerkt haben, dass die Insekten, wenn sie während des ganzen Tages der Einwirkung des Sonnenlichts entzogen waren, Abends nicht leuchteten. Gleiches will Macaire wenigstens am ersten Tage des Versuchs beobachtet haben. Todd und Murray dagegen fanden, dass alle Arten, obgleich sie am Tage an dunkelen Orten aufbewahrt waren, dennoch am Abend leuchteten und zwar viel früher, als wenn sie dem Tageslichte ausgesetzt gewesen waren.

Carradori, Brugnatelli, Macartney, Treviranus u. a. haben beobachtet, dass das Ausströmen des Lichts der Willkühr der Thiere unterworfen ist. Mueller und Murray meinen, das Leuchten sey nur in so fern willkührlich, als die Thiere die leuchtenden Organe hinter undurchsichtige Theile zurückziehen und verbergen. Treviranus erklärt das Phänomen daraus, dass die Käfer das Athmen beschleunigen oder langsamer machen können, und dass die Stärke des Lichts von dem Einflusse der Luft abhängig sey. Macaire äussert, der Einfluss des Willens auf die

Digitized by Google

Erzeugung des Lichts könne nicht geläugnet werden, denn Geräusch und ein dem Thiere beigebrachter Schlag bestimmen es zuweilen das Leuchten aufhören zu lassen, und das Licht verschwinde bis auf die beiden Punkte des letzten Rings. Er schreibt die Ursache dieser Erscheinung dem Einflusse der Nerven zu. Ausgemacht ist es ferner, dass das Licht während körperlicher Bewegungen zunimmt.

Das Leuchten der lebenden Thiere ist abhängig von der Temperatur der Luft. Unter den gewöhnlichen Umständen leuchten die Thiere nach Macaire's Versuchen nur bei einer Luftwärme über 12° C. Wird ein lebendes, nicht leuchtendes Insekt in Wasser gebracht, das eine Temperatur von 13° C. hat, so erscheint das Licht bei der Erwärmung bis zu 25 oder 31°, und nimmt bis zu 41° zu. Das Thier stirbt jetzt, ohne dass das Leuchten aufhört, doch verschwindet es bei 57°. Lässt man das Wasser erkalten, so erlöscht das Licht, so wie die Wärme unter 25° sinkt. Wirft man lebende Käfer in Wasser, das eine Temperatur von 43 bis 51° hat, so sterben sie sogleich, doch leuchten sie sehr lebhaft fort. Bei 62° verschwindet das Licht, und lässt sich nicht wieder erwecken. Erwärmt man Thiere in der Luft, so treten dieselben Erscheinungen ein, nur hört das Leuchten erst bei einer etwas niederen Temperatur auf. Sonnenstrahlen, die man durch ein Linsen-Glas auf Thiere fallen lässt, erregen das Licht sogleich. Setzt man leuchtende Thiere einer künstlichen Kälte aus, so nimmt ihr Glanz allmählich ab und verschwindet, sowie die Temperatur unter 12° sinkt. Bei Null sterben die Thiere, doch lässt sich das Licht durch eine Wärme von 31° wieder hervorbringen. Diese Versuche stimmen mit den von Spallanzani und Carradori angestellten überein. Nach Hulme's, Spallanzani's und Heinrich's Beobachtungen hört das Leuchten beim Gefrieren der Käfer auf, doch kehrt es beim Aufthauen in der Wärme zurück, obgleich ihr Leben erloschen bleibt.

Das Leuchten ist ferner durch die atmosphärische Luft bedingt. Macaire brachte leuchtende Käfer unter den Recipienten einer guten Luftpumpe, worauf das Licht mit Entleerung der Luft verschwand. Liess er die Luft sogleich

Digitized by Google

wieder zu, so kehrte der Glanz lebhaft zurück. Durch abwechselndes Entziehen und Zulassen der Luft konnte er das Licht aufheben und wiederhervorbringen. Einen Käfer schloss er in eine Glasröhre ein, und entleerte die Luft, worauf das Thier bald starb. Da er die Röhre bis zu 50° C. erwärmte, stellte sich das Leuchten nicht wieder ein, welches aber beim Zulassen der Luft wiederkehrte. Diese Versuche wurden sehr oft mit gleichem Erfolge wiederholt.

Im Sauerstoffgas wurden die Käfer sehr lebhaft, und bei der Erwärmung verbreiteten sie ein sehr glänzendes Licht, das stärker erschien als in der atmosphärischen Luft. Brachte Macaire leuchtende Käfer in dieses Gas, so nahm das Leuchten zu, es verschwand aber nach einiger Zeit. Gleiches beobachtete Forster, Lichtenberg, Spallanzani, Carradori und Sorg. Hulme, Davy, Hermbstaedt, Heinrich und Murray dagegen wollen keine Zunahme des Lichts in dieser Gasart bemerkt haben. Oxydirtes Stickgas hatte nach Macaire fast dieselbe Wirkung. Im Chlor starben die Käfer sogleich, doch stellte sich bei geringer Erwärmung statt eines gelblichgrünen Lichts ein röthliches ein, das aber bald verschwand. Im Wasserstoffgas hörte das Leuchten schnell auf, die Thiere starben und ihr Licht liess sich durch Erwärmung nicht wieder herstellen. Kohlensaures, schwefeliges, gekohltes Wasserstoffgas und Stickgas haben ganz dieselbe Wirkung, wie auch Hulme, Spallanzani, Razumowsky, Macartney, Hermbstaedt, Grotthuss und Heinrich beobachtet haben. H. Davy [1] und Murray sahen das Leuchten im Wasserstoffgas nicht schwächer werden. Nach Murray soll das Leuchten auch im kohlensauren Gas fortgedauert haben. Taucht man leuchtende Käfer in Wasser, so verschwindet ihr Licht nach einigen Minuten. Dies scheint nach Macaire's Versuchen der Wirkung der Kälte zugeschrieben werden zu müssen; denn das Licht erlöscht um so schneller, je niederer die Temperatur des Wassers ist, während das Leuchten im Wasser, bis zu 31° erwärmt, längere Zeit fortdauert. Im Alkohol hört das Leuchten nach zwei Minuten auf, und lässt sich durch Erwärmung nicht wieder herstellen. In concentrirter Mineral-Säure erlöscht das Licht sogleich, in verdünnter erst nach einigen Minuten, und lässt sich auf keine Weise wieder erwecken.

Digitized by Google

Macaire setzte nicht leuchtende Käfer einer elektrischen Strömung aus, ohne merklichen Effect. Da er einen Funken aus einer Leidner Flasche auf Käfer leitete, so zeigte sich keine Licht-Entwickelung. Ein lebender und nicht leuchtender Käfer in die galvanische Kette gebracht, fing an schwach zu glänzen. Da er einen Käfer mit etwas Wasser befeuchtete, und das galvanische Fluidum mittelst zweier Platinadrähte zuleitete, so leuchtete er sogleich. Die Licht-Entwickelung dauerte so lange fort, als er der Wirkung des Galvanismus ausgesetzt war. Hierbei nahm die Wärme des Insekts um einen halben Grad zu. Ein Pol allein erregte das Leuchten nicht. Es wurde ein Käfer enthauptet und der eine Leitungsdraht in den Rumpf bis zu den leuchtenden Ringen eingebracht, während der andere an das etwas befeuchtete Insekt angelegt wurde. Beim Schliessen der Kette stellte sich die lebhafteste Phosphorescenz ein. Auch solche Käfer leuchteten sogleich bei der Einwirkung des Galvanismus, die durch den elektrischen Funken nicht zum Leuchten gebracht werden konnten. Im luftleeren Raum lässt sich das Leuchten durch den Galvanismus nicht erregen, doch erscheint es sogleich, wenn die Luft zutritt. Alle mechanische und chemische Reize, welche dem Käfer Schmerz verursachen, erregen das Licht nach Todd's Versuchen. Nach ihm sollen verschiedene Gifte, eine alkoholische Auflösung der Jodine, *Tinctura hellebori nigri*, *Tinctura nucis vomicae*, blausaures Quecksilber und Ammonium die Thiere tödten, worauf aber dennoch des Leuchten eine Zeit lang fortdauert. Wenn man den Kopf eines leuchtenden Käfers vom Rumpfe trennt, oder die leuchtenden Ringe abschneidet, so verschwindet das Licht nach fünf Minuten. Einige Zeit darauf bewegten sich der Körper und die Ringe wieder, und das Leuchten stellte sich ein, wiewohl schwach, es ward aber beim Erwärmen lebhaft.

1) *Philosoph. Transact.* 1810. *p.* 287.

§. 413.

Ueber die Ursache des Leuchtens der Insekten hegen die Naturforscher verschiedene Meinungen. Beccaria und Monti verglichen es mit der Phosphorescenz der nach In-

Digitized by Google

solation leuchtenden Mineralkörper. Carradori und Brugnatelli meinten das Licht, welches mit organischen Substanzen verbunden sey, werde von den Insekten mit den Nahrungsmitteln aufgenommen und entweiche in wahrnehmbarer Gestalt in Folge eines Lebensacts der Insekten. Spallanzani und Grotthuss sehen das Leuchten als die Wirkung eines Verbrennungs-Processes an, der durch den Einfluss des Sauerstoffgases der atmosphärischen Luft unterhalten werde. H. Davy, Heinrich und Treviranus schreiben das Leuchten einer phosphorhaltigen Materie zu, welche während des Lebens aus den Säften der Thiere ausgeschieden werde, sich mit dem durch das Athmen zugeführten Sauerstoffgas der Luft verbinde und gleich Phosphor verbrenne und leuchte. Diese Meinung stützt sich auf das Vorkommen der Phosphorsäure in den thierischen Säften, auf die grosse Aehnlichkeit zwischen dem Lichte des langsam verbrennenden Phosphors und dem thierischen Lichte, ferner auf die Erfahrung, dass das Licht unter denselben Bedingungen statt hat, wie das Leuchten des Phosphors, und dass es durch Wärme und Sauerstoffgas verstärkt, durch Kälte und nicht athmenbare Gasarten getilgt wird. Macartney und Todd halten das Leuchten für einen unmittelbaren Lebensact, eine vitale Thätigkeit, eine Wirkung oder Aeusserung der Lebenskraft. Aeussere Einflüsse, Wärme, atmosphärische Luft, Sauerstoffgas und andere Reize seyen nur im Stande in so fern das Leuchten zu veranlassen, als sie die Vitalität der Thiere und namentlich die Sensibilität des leuchtenden Organs steigerten, und sie könnten es vermindern oder aufheben, durch Herabstimmung oder Tilgung der Lebensthätigkeit. Diese Ansicht lässt sich nicht wohl vertheidigen, weil die leuchtenden Theile und die Licht verbreitende Materie selbst von dem Körper der Thiere getrennt, und nach dem Erlöschen der Lebens-Aeusserungen unter den angegebenen Verhältnissen, fortfährt zu leuchten, wie Makaire und Murray durch ihre zahlreichen Versuche dargethan haben. Bei Erwägung aller Umstände scheint das Leuchten von einer Materie abzuhängen, die durch die das Leben begleitenden Mischungs-Veränderungen hervorgebracht, und, wie es scheint, durch eigene Organe aus der Säftemasse abgesondert wird. In dieser Flüssigkeit ist

Digitized by Google

wahrscheinlich Phosphor oder eine ähnliche verbrennliche Materie enthalten, die sich bei einer mittleren Temperatur mit dem Sauerstoff der Luft oder des lufthaltigen Wassers verbindet und das Leuchten bewirkt. Die Bereitung und Absonderung dieser Materie ist ein Lebensact, und wird durch Einflüsse und Reize verändert, gesteigert oder vermindert, welche die Lebens-Aeusserungen der Thiere verändern. Das Leuchten selbst aber ist in den Mischungs-Verhältnissen der abgesonderten Materie begründet, und kann nicht als ein Lebensact betrachtet werden, weil es auch nach dem eingetretenen Tode der Thiere Tage lang, unter gewissen Bedingungen, fortbesteht. Ueber die Bestimmung des Lichts für die Oekonomie der leuchtenden Insekten lässt sich nur soviel aussagen, dass wahrscheinlich die Bereitung und Absonderung der leuchtenden Materie für die Erhaltung des Lebens dieser Thiere wichtig ist. Auch wollen wir nicht in Abrede stellen, dass das Licht das Auffinden und die Annäherung der Thiere zur Begattungszeit befördert, wenigstens beobachtet man, dass die Männchen durch leuchtende Gegenstände angezogen werden. Vielleicht gewährt es ihnen selbst einen gewissen Schutz gegen die Angriffe von Feinden.

§. 414.

Unter den übrigen luftathmenden Thieren der höheren Klassen ist das Leuchten eine seltne Erscheinung. Gruendler [1], Sturm [2] u. a. sahen die Eyer von Eidechsen *(Lacerta agilis)* Licht verbreiten. Ferner scheint nach Rolander's [3] Beobachtungen ein in Surinam sich aufhaltender Frosch oder eine Kröte leuchtend zu seyn. Bei einigen Säugethieren soll der Harn phosphoresciren, wie Azara [4] und Langsdorf [5] von dem der Stinkthiere *(Viverra mephitis* und *putorius)*, nach ihnen mitgetheilten Nachrichten, angeben. Gleiches findet zuweilen, unter später zu erwähnenden Verhältnissen, mit dem Harne und Schweisse des Menschen statt.

Einige Naturforscher, F. A. A. Meyer [6], Pallas [7], Heinrich und G. R. Treviranus haben ferner das Leuchten der Augen mehrerer Säugethiere, der Katzen, Hunde, Wölfe, Füchse, Marder und anderer Raubthiere, sowie der

Digitized by Google

Schafe, Kühe und Pferde hieher gezählt. Pallas meinte, das Licht dieser Thiere ströme von der Markhaut des Auges aus, und hielt es für ein elektrisches Phänomen. B. Prevost [8] beobachtete nicht nur das Leuchten der Augen der Katzen und Hunde, sondern auch das des Schafs, der Kuh und des Pferdes, überhaupt solcher Thiere, in deren Auge ein *Tapetum lucidum* vorkommt. Ferner sah er es an den Augen verschiedener Schlangen und einiger Insekten, namentlich des Todtenkopf-Schmetterlings *(Sphinx atropos)*. Das Leuchten zeigte sich niemals in vollkommener Dunkelheit, und wurde weder willkührlich noch in Folge von Gemüthsbewegungen hervorgebracht, sondern es entstand nur durch Zurückstrahlung von Licht, welches in das Auge gefallen war. Gruithuisen [9] fand gleichfalls bei seinen Versuchen, dass kein Ausströmen von Licht aus den Augen an ganz dunkelen Orten vorkommt, sondern nur dann, wenn Licht, obgleich in geringem Grade, in das Auge gelangte und reflectirt wurde. Ferner nahm er wahr, dass die Augen sowohl lebender als todter Katzen leuchteten. Auch ich habe das Leuchten der Augen an einem Katzenkopf beobachtet, welcher seit zwanzig Stunden vom Rumpfe getrennt war. Das Leuchten verschwand erst mit der Trübung der Augen-Flüssigkeiten. Neuerlichst hat Esser [10] Versuche über das Leuchten der Augen angestellt, die zu gleichen Resultaten führten. Die Augen von Katzen, Hunden, Kaninchen, Schafen und Pferden leuchteten nicht an ganz dunkelen Orten. Die Zurückstrahlung von Licht geschah an todten Augen nach Wegnahme der Hornhaut, Iris und Krystall-Linse. Das Leuchten der Augen kann demnach nicht zu den phosphorischen Erscheinungen gezählt werden.

1) Von dem Leuchten der Eidechsen-Eyer im Finstern; im Naturforscher. St. 3. S. 218.

2) Deutschlands Fauna. Abth. 3. H. 2.

3) F. Boie (Oken's Isis. B. 20. H. 8. 9. S. 726) theilt eine Stelle aus einer Handschrift mit, welche den Titel führt: *Diarium surinamicum, quod sub itinere exotico conscripsit* Dan. Rolander.

4) *Essais sur l'histoire natur. des quadrupèdes de Paraguay. Paris* 1801. *T.* 1. *p.* 215.

5) Reise. B. 2. S. 184.

Digitized by Google

6) Ueber das nächtliche Leuchten der Katzenaugen; in Voigt's Magazin B. 8. St. 3. S. 105.

7) *Zoographia Rosso-Asiatica. T. 1. p. 14.*

8) *Considérations sur le brillant des yeux du chat et de quelques autres animaux;* in *Biblioth. britannique.* 1810. *T.* 45.

9) Licht der Katzen-Augen; in Beiträgen zur Physiognosie und Eautognosie. München 1812. S. 199.

10) Ueber das Leuchten der Augen bei Thieren und Menschen; in Kastner's Archiv für die gesammte Naturkunde. B. 8. S. 394.

Digitized by Google

Drittes Kapitel.

Von den elektrischen Erscheinungen lebender Körper.

§. 415.

Der leichteren Verständlichkeit wegen schicken wir diesen Untersuchungen die Fundamental-Sätze über Elektricität in gedrängter Kürze voraus, und berühren mit wenigen Worten die Bedingungen, unter denen elektrische Erscheinungen an den Körpern überhaupt wahrgenommen werden.

Durch das Wort Elektricität bezeichnet man, wie bekannt, die Eigenschaft der Körper, unter gewissen Verhältnissen leichte Körper verschiedener Art, die in ihre Nähe kommen, anzuziehen und abzustossen. Das gewöhnliche Mittel, wodurch ein Körper in den elektrischen Zustand versetzt wird, ist Reibung. Wird eine Glasröhre mit einem wollenen Stoffe gerieben, so zieht sie Papier-Streifen, Haare, kleine Federn, dünne Plättchen von Metall, an einem seidenen Faden hängende Kügelchen von Kork oder Hollunder-Mark aus einer gewissen Entfernung an und stösst sie nach einiger Zeit wieder ab. Verstärkt man die Reibung, so treten leuchtende, mit einem knisternden Geräusch verbundene und einen eigenthümlichen Geruch verbreitende Funken aus dem geriebenen Körper hervor. Treffen diese unsere Haut, so verursachen sie ein stechendes Gefühl. Ausser dem Glas zeigen beim Reiben Schwefel, Bernstein, Porcellan, und von organischen Substanzen Harz, Siegellack, Papier, Seide, Wolle und Haare ähnliche Erscheinungen. Alle Körper, die durchs Reiben elektrisch werden, heissen an sich elektrische oder idioelektrische; diejenigen dagegen, welche hierbei keine merklichen elek-

Digitized by Google

trischen Erscheinungen zeigen, wie Metalle und Flüssigkeiten, werden anelektrische Körper genannt.

Zur Erklärung dieser Erscheinungen nehmen die Physiker an, dass von den in den elektrischen Zustand versetzten Körpern eine denselben inhärirende feine, imponderabele Materie eigenthümlicher Art, die elektrische oder das elektrische Fluidum, ausströme und sich anderen Körpern mittheile. Nach Grey's Entdeckung pflanzt sich die elektrische Materie nur durch gewisse Körper, mit einer sehr grossen, wiewohl verschiedenen Schnelligkeit, fort. Hinsichtlich des Vermögens die Elektricität fortzuleiten, werden die Körper in Leiter und Nichtleiter eingetheilt. Diejenige, welche die elektrische Materie aufnehmen und durchströmen lassen, wenn sie in die Nähe oder in Verbindung mit geriebenen Körpern kommen, heissen Leiter, Conductoren; diejenige dagegen, welche sie nicht fortleiten, werden Nichtleiter oder Isolatoren genannt. Gute Leiter des elektrischen Fluidums sind alle anelektrische Körper, die Metalle im regulinischen Zustande, Kohle und Graphit. Unvollkommene oder Halbleiter sind verdünnte Luft, Dämpfe, Wasser, wässerige Säuren, Alkalien, Salz-Auflösungen und feuchte organische Substanzen. Nichtleiter, Isolatoren, sind die idioelektrischen Körper, und zwar von unorganischen, Glas, Edelsteine, Diamant, Phosphor, Schwefel, Selen, Jod, Gagat, viele Metall-Oxyde, gemeine Luft und Gasarten, und von organischen Substanzen, alle Harze, fette Oele, Talg, Wachs, Campher, trockene Pflanzenfasern, Leinwand, Seide, Haare, Wolle, Federn, Leder. Es lässt sich jedoch keine scharfe Gränze zwischen Leitern und und Nichtleitern ziehen, weil manche Substanzen nach dem Grade der Erwärmung, des Feuchtigkeits-Zustandes, der Aggregations-Verhältnisse u. s. w. bald Leiter, bald Nichtleiter sind. Die elektrische Materie häuft sich übrigens in den Körpern, sie mögen Conductoren oder Isolatoren seyn, in verschieden grosser Menge an. Niemals hat man dabei, selbst nicht mit der empfindlichsten Wage, eine Zunahme ihres Gewichts wahrgenommen.

Die Elektricität bietet, wie Du Fay zuerst beobachtet hat, nach Verschiedenheit der Körper, in denen sie erregt wird, zwei auffallende Verschiedenheiten dar, die er

Digitized by Google

durch den Namen der Glas- und Harz-Elektricität bezeichnet hat. Jene wird durchs Reiben von Glas, Berg-Krystall, Diamant und Haare erregt; diese dagegen wird durchs Reiben von Harzen, Bernstein, Seide und Papier hervorgebracht. Das Vorkommen zweier sich entgegengesetzter elektrischer Zustände wurde durch die Untersuchungen Boulanger's, Wilke's, Symmer's, Wilson's, Cigna's, Aldini's, Ritter's u. a. bestätigt. Beim Reiben zweier Körper werden beide, das Reibzeug und der geriebene Körper, elektrisch, jedoch auf entgegengesetzte Weise, der eine zeigt Glas- der andere Harz-Elektricität. Körper mit einerlei Elektricität begabt, stossen sich wechselseitig ab, während die mit verschiedener Elektricität sich anziehen. Durch wiederholten Contact zweier mit entgegengesetzter Elektricität versehener Körper gleichen sich diese aus, sie neutralisiren oder indifferenziren sich, heben sich wechselseitig auf, und aus ihrer Vereinigung entspringt die ruhende Elektricität, oder der indifferente elektrische Zustand. Den Gegensatz in den elektrischen Erscheinungen hat Lichtenberg durch die Namen Plus- und Minus-Elektricität bezeichnet. Auch wird die Glas-Elektricität die positive, die Harz-Elektricität die negative genannt. Die Verschiedenheit beiderlei Elektricitäten gibt sich noch zu erkennen, durch die verschiedenen Erscheinungen des Lichts im Dunkelen, durch das Hervorbringen verschiedener Figuren im Harz-Staube, durch ihre chemischen Wirkungen, und ihren verschiedenen Einfluss auf die lebenden Sinnes-Werkzeuge.

§. 416.

Die den Körpern inhärirende ruhende Elektricität kann noch unter anderen Verhältnissen, als durch Reibung, erregt, und in die positive und negative Elektricität zerlegt werden. Es gibt wohl kaum einen Process in der Natur, bei dem zwei verschiedene Körper oder Materien mit einander in Wechsel-Wirkung treten, wobei nicht das elektrische Gleichgewicht mehr oder weniger aufgehoben, und dadurch elektrische Erscheinungen hervorgerufen werden. Die Störung des elektrischen Gleichgewichts äussert sich nach Verschiedenheit der Umstände und Bedingungen, welche den Process bewirken, entweder dadurch, dass die

Digitized by Google

Elektricitäten mit freier Spannung auftreten, oder dass sie in einer fortdauernden Strömung sich wieder ausgleichen, welches mittelst feiner Electro- und Galvano-Meter ausgemittelt werden kann. Führen wir die vorzüglichsten Verhältnisse an, unter denen das Gleichgewicht der entgegengesetzten Elektricitäten aufgehoben wird.

1) Mehrere Körper werden nach Coulomb's, Dessaignes, Hauy's, Becquerel's u. a. Versuchen, durch blossen Druck elektrisch, so namentlich Kalkspath, Topas, Glimmer, Bergkrystall, Isländischer Doppelspath, Turmalin u. a., wenn ihre parallel laufenden Flächen zwischen den Fingern gedrückt werden. Wird eine Scheibe von Kork gegen Federharz, Bernstein, Zink, Kupfer, Silber u. s. w. gedrückt, so wird sie positiv elektrisch, während diese Körper negative Elektricität zeigen. Dagegen wird der Kork negativ elektrisch, wenn er an getrocknete thierische Substanzen, oder an Gyps, Schwerspath und Flussspath gepresst wird, die nun positive Elektricität verrathen.

2) Manche Körper zeigen bei Aenderung ihres Aggregations-Zustandes elektrische Erscheinungen. Beim Verdampfen des Wassers aus Gefässen werden diese negativ elektrisch. Grotthuss fand bei seinen Versuchen, dass Wasser, welches schnell gefror, positiv elektrisch, beim schnellen Aufthauen in hoher Temperatur aber negativ elektrisch wurde. Vielleicht ist die bei der Krystallisation verschiedener Salze beobachtete Licht-Erscheinung gleichfalls eine elektrische; wenigstens verräth sich Elektricität am Elektrometer gleich nach erfolgter Krystallisation. Hinsichtlich der Beschaffenheit der Elektricität nahm Grotthuss keine beständigen Erscheinungen wahr. Ferner ist das von Buechner bei der Sublimation der Benzoesäure wahrgenommene Licht-Phänomen wahrscheinlich ebenfalls ein elektrisches, das aus der Aenderung des Aggregations-Zustandes entspringt.

3) Viele Krystalle zeigen bei der Erwärmung an den entgegengesetzten Enden ihrer Achsen entgegengesetzte Elektricitäten, wie dies nach Aepinus, Canton's, Brand's, Hauy's und Brewster's Versuchen mit dem Turmalin, Topas, Axinit, Boracit, Mesotyp, Diamant, Schwerspath, Kalk-

Digitized by Google

spath, Fluss-Spath, Cölestin, Strontian, Bittersalz, Amethyst, Granat, Eisen-Vitriol u. a. der Fall ist.

4) Werden zwei Dräthe eines Metalls, von denen der eine mehr erwärmt ist als der andere, mit einander in Berührung gebracht, so zeigt sich, nach Dessaignes. Seebeck's und Becquerel's Beobachtungen, das wärmere Stück negativ, das kältere positiv elektrisch.

5) Werden heterogene feste und flüssige Körper in unmittelbare Berührung gebracht, so erregen sie wechselseitig in einander entgegengesetzte Elektricitäten, deren Spannung um so grösser ist, je heterogener die Materien sind. Am auffallendsten tritt diese Erscheinung bei dem Contacte heterogener Metalle ein. Hierauf beruht die Contact- oder galvanische Elektricität.

6) Endlich findet auch Entwickelung von Elektricität statt bei den chemischen Veränderungen der wägbaren Stoffe, nach den Versuchen von Lavoisier, Laplace, Becquerel, Pouillet u. a.

§. 417.

Untersuchen wir nun an welchen lebenden Körpern elektrische Erscheinungen beobachtet werden, und unter welchen Verhältnissen und Bedingungen sie sich äussern. Bekannt ist es, dass Katzen, Füchse, Marder, Kaninchen und andere mit Pelz bekleidete Thiere beim Reiben und Streichen der Haare elektrische Funken mit einem knisternden Geräusch aussprühen. Auch die Flaumfedern der Vögel sind nach J. F. Hartmann's [1] und J. Mayer's [2] Beobachtungen sehr elektrisch. Diese Erscheinungen können nicht als vom Leben abhängig angesehen werden, weil Haare und Federn, auch nach dem Tode, beim Erwärmen und Reiben sich elektrisch zeigen.

Hiervon abgesehen lässt sich vermuthen, dass alle lebende Körper Elektricität, wenn auch in geringem Grade, entwickeln, weil in allen Verhältnisse vorkommen, die bei unorganischen Körpern mit Elektricitäts-Erscheinungen verbunden sind. Zu diesen gehören die Verdunstung von Flüssigkeiten, die Aenderung ihres Aggregations-Zustandes und die Mischungs-Veränderungen, welche in Begleitung der Verrichtungen des Assimilirens, Athmens, Ernährens

Digitized by Google

und Absonderns eintreten, und mit denselben wesentlich vergesellschaftet sind. Fortdauernd werden von Pflanzen und Thieren, zur Zeit ihrer vollen Wirksamkeit, fremdartige Substanzen aufgenommen, durch Verdunstung von Materien in die umgebenden Medien und durch Aufnahme von Bestandtheilen der Atmosphäre werden sie verähnlicht, der Ernährungssaft verbindet sich mit den festen Theilen, und bei den Thieren kehren feste Theile in den flüssigen Zustand zurück. Ferner kommen hierbei heterogene flüssige und feste Theile mit einander in Berührung und treten in Wechsel-Wirkung. Gleichartige Materien werden in ungleichartige, und heterogene in homogene Materien verwandelt. Nach der Analogie mit den Erscheinungen, welche unorganische Materien unter solchen Verhältnissen darbieten, müssen wir vermuthen, dass hierbei in dem lebenden Körper bald entgegengesetzte Elektricitäten hervorgerufen, bald ausgeglichen werden. Für diese Vermuthung sprechen verschiedene an lebenden Thieren angestellte Versuche, deren Ergebnisse wir angeben wollen. Mit Gewächsen hat man bis jetzt noch wenige Experimente gemacht, um ihren elektrischen Zustand zu erforschen. Doch will Pouillet [3] Entbindung von Elektricität beim Keimen der Pflanzen beobachtet haben. Er hatte in einem Zimmer, dessen Luft durch ungelöschten Kalk hinlänglich trocken erhalten wurde, auf ein isolirtes Stativ mehrere Töpfe mit Erde gestellt, in die er verschiedene Saamen säete. Dieses Stativ setzte er mit einem passenden Condensator in Verbindung. Während des Keimens wurde kein Zeichen von entwickelter Elektricität bemerkt, kaum aber war die Saat aufgekeimt, als sich schon deutlich Elektricität bemerken liess, und da sie im völligen Wachsthume begriffen war, gab sie dem Condensator eine Ladung, welche seine Goldblättchen auf einen halben Zoll von einander trieb. Ferner vermuthet Pouillet [4], dass die Gewächse beim Aushauchen von kohlensaurem Gas Elektricität entwickeln, indem das kohlensaure Gas in dem Augenblicke seiner Bildung Elektricität verrathe. In der Wirkung der Gewächse auf die Luft sucht er eine der Hauptquellen der Luft-Elektricität.

1) *De electricitate plumae psittaci notata quaedam;* in den *Nov. Act. Nat. Curios. T.* 4. *p.* 76. Neues Hamburger Magazin St. 20 S. 129.

Digitized by Google

2) Anmerkungen über die Elektricität der Vögel; in den Abhandlungen einer Privat-Gesellschaft in Böhmen. B. 5. S. 82.

3) *Bulletin général des sciences. Sept.* 1825. *Physique. p.* 236.

4) *Mém. sur l'électricité des fluides élastiques, et sur une des causes de l'électricité de l'atmosphère;* in *Annales de chim. et phys. Août* 1827. *p.* 401.

§. 418.

Contact- oder galvanische Elektricität wird an lebenden thierischen Theilen erregt, wenn entblösste Nerven und Muskeln mit einander in Berührung kommen und eine einfache Kette bilden, wobei sie sich durch die Hervorbringung von Zusammenziehungen oder Zuckungen in den Muskeln zu erkennen gibt. Diese Erscheinung hat Galvani [1] zuerst beobachtet. Nachdem er einem lebenden Frosch den Kopf abgeschnitten, die vorderen Gliedmassen weggenommen und ihn schnell enthäutet hatte, trennte er die Wirbelsäule und liess das Rückenmark nur mittelst der Lenden-Nerven mit den hinteren Gliedmassen in Verbindung. Hierauf fasste er mit der einen Hand einen Schenkel des Thieres und mit der andern das Rückgrath, und bog ersteren gegen letzteres, bis die Muskeln des Schenkels mit den Lenden-Nerven in Berührung kamen. Im Augenblicke der Berührung geriethen die Muskeln in lebhafte Contractionen. Dieser Versuch gelang eben so gut, wenn er den Frosch auf Glasstäben isolirt hatte. Derselbe Versuch wurde mit gleichem Erfolge von Volta [2], Valli [3], Aldini [4], Pfaff [5], von Humboldt [6], Fowler [7], Ritter [8] u. a. wiederholt. Aldini will nicht nur bei der wechselseitigen Berührung blossgelegter Nerven und Muskeln eines, sondern auch verschiedener Frösche, Zuckungen in den Muskeln beobachtet haben. Ja sie sollen auch eingetreten seyn, wenn er die Nerven eines Frosches mit dem Muskel-Fleische des Nackens eines eben getödteten Ochsen in Verbindung brachte. Zahlreiche Versuche der Art hat von Humboldt an Fröschen angestellt. Er sah Zuckungen eintreten, wenn er eine hintere Extremität, an der er die Schenkel-Nerven entblösst hatte, auf eine trockene Glasplatte legte, und den Nerven und die Muskeln mit einem Stücke frischen Muskelfleisches berührte, das an einem isolirenden Griffe von Siegellack befestigt war. Zuckungen traten gleichfalls ein,

Digitized by Google

da er statt eines Stück Muskels, das zur Schliessung der Kette diente, drei verschiedene Stücke anwendete, von denen das eine den Nerven, das andere den Schenkel berührte, und dann der Kreis durch das dritte Stück, welches die beiden andern verband, geschlossen wurde. Solche und ähnliche von Pfaff, Ritter u. a. gemachte Versuche haben einen gleichen Erfolg gehabt. Sie gelingen indess nur in dem Zustande der höchsten Lebensthätigkeit der Frösche, besonders im Frühjahr, vor vollzogenem Begattungsact, an nicht zu kleinen Thieren, und wenn die Präparation schnell vorgenommen wird.

Durch obige Versuche ist hinlänglich erwiesen, dass thierische Theile galvanische Ketten bilden können, und eine galvanische Wirkung hervorbringen, ohne dass dabei eine mechanische Reizung im Spiele ist, welche die Contractionen der Muskeln erregt. Für diese Versuche mit Ketten aus blossen thierischen Theilen sind folgende Gesetze, hinsichtlich des Eintretens der Zuckungen und deren Stärke und Dauer geltend:

1) Dass die Nerven der Muskeln, in denen Contractionen erregt werden sollen, sich als Glieder in der Kette befinden.

2) Dass der Nerv oder das Nervenstück, so weit sie als Glied in die Kette eingehen, möglichst isolirt seyen, und neben ihnen kein anderer Leiter in diesem Theile des Kreises eine Ableitung bewirke, damit der elektrische Strom, wenn er in einer solchen Kette thätig ist, genöthigt wird, seinen Weg durch den Nerven zu nehmen.

3) Die Zuckungen erfolgen unter übrigens gleichen Umständen um so lebhafter, in einer um so grösseren Ausdehnung als das die Leitung bewirkende Nervenstück in die Kette eingeht.

4) Die Zuckungen werden um so stärker und länger hervorgebracht, je rascher die Schliessung der Kette erfolgt, und je grösser die Oberfläche ist, mit welcher die den Kreis bildenden Theile in Berührung kommen.

1) *De viribus electricitatis in motu musculari;* in *Comment. Acad. Bononiens. T. 7. Mutinae* 1792. *Dell' Uso e dell' Attività dell' Arco conduttore nell contrazioni dei Muscoli. Bologna* 1794. *Memorie*

Digitized by Google

sull elettricita animale di L. Galvani al celebre Abbate Lazaro Spallanzani. Bologna 1797.

2) *Memorie sull Elettricita animale* 1792. *Brugnatelli Annali di Chimica T.* 16. Gilberts Annalen B. 51. No. 4. 12. Darstellung Volta's Untersuchungen über die galvanische Elektricität. Pavia 1814. *Bibl. britannique T.* 58. *No.* 4.

3) *Sull' Elettricita animale. Pavia* 1792. *Experiments on animal electricity with their application to physiology. London* 1793. *Lettre du docteur* Valli *à Mr.* Brugnatelli *sur l'électricité animale;* in *Journal de physique. T.* 81. *p.* 77.

4) *Dissertationes duae de animali electricitate. Bononiae* 1794. Seine neueren Untersuchungen befinden sich im *Bulletin des sciences An XI. No.* 68. *p.* 156. Van Mons *Journal de chimie et de physique. T.* 3. *p.* 20. Gilbert's Annalen B. 13. S. 459.

5) *Dissert. de electricitate sic dicta animali. Stuttgardiae* 1793. Ueber thierische Elektricität und Reizbarkeit. Leipzig 1795.

6) Versuche über die gereizte Muskel- und Nerven-Faser. Posen und Berlin 1797.

7) *Experiments and observations relative to the Influence lately discovered by Mr.* Galvani *and commonly called animal Electricity. Edinburg and London* 1793. Ins Deutsche übersetzt. Leipzig 1796.

8) Beweis, dass ein beständiger Galvanismus den Lebensprocess in dem Thierreiche begleite. Weimar 1798. Beiträge zur näheren Kenntniss des Galvanismus. Jena 1800.

§. 419.

Obgleich nach obigen Versuchen die Wirksamkeit thierischer Theile in Ketten bei der Erregung von Contractionen in den Muskeln mittelst der Nerven nicht in Zweifel gezogen werden kann, so waren die Naturforscher verschiedener Meinung über das Agens, welches sich hierbei wirksam äussert. Galvani sah die Zuckungen, die er an den Muskeln eben getödteter Frösche wahrnahm, deren entblösste Nerven auf die angegebene Weise mit den Muskeln in Verbindung gebracht waren, als Wirkungen einer elektrischen Kraft eigenthümlicher Art an, welche den lebenden Thieren zukomme, und die er thierische Elektricität nannte. Diese Kraft wird nach seiner Ansicht in dem Nervensystem, besonders im Gehirn, erzeugt, und durch die Nerven im Körper verbreitet.

Carminati, Carradori, Valli und Aldini traten als eifrige Vertheidiger dieser Meinung auf. Auch von Humboldt,

Digitized by Google

Fowler u. a. sahen das jene Erscheinungen bewirkende Agens als ein eigenthümliches, in den Kräften der lebenden Thiere begründetes an.

Volta erkannte zuerst die Beziehungen jener Erscheinungen zu der allgemeinen Elektricität und verwarf das Daseyn einer eigenthümlichen Kraft, der thierischen Elektricität. Er hielt die in lebenden Muskeln eintretenden Zuckungen für Wirkungen des Einflusses der Elektricität auf die Nerven, welche durch die wechselseitige Berührung heterogener thierischer Theile in Ketten erregt werde. In dieser Ansicht wurde er durch die Nachweisung der Elektricität bestärkt, welche bei der Berührung verschiedener Metalle untereinander und mit feuchten Körpern hervorgebracht wird, und ganz dieselbe Wirkung auf lebende Nerven und Muskeln äussert. Die Identität der durch Ketten thierischer Theile erregten und der durch den Contact heterogener unorganischer Körper hervorgebrachten Elektricität haben auch Pfaff's schätzbare Untersuchungen erwiesen. Die aus thierischen Theilen bereiteten Ketten verhalten sich hinsichtlich ihrer Bedingungen und Gesetze für das Eintreten und die Stärke der Zuckungen in den lebenden Muskeln ganz so, wie die aus heterogenen unorganischen Körpern zusammengesetzten, bei denen nach der Beschaffenheit der Glieder die Erregung der Contact- oder galvanischen Elektricität nicht in Zweifel gezogen werden kann. Bei einer solchen Uebereinstimmung ihrer Wirkungen darf man also annehmen, dass die thierischen Ketten ächt galvanische sind, und ihre Action bei der Schliessung gleichfalls eine galvanische ist, wobei Contact-Elektricität erregt und in Thätigkeit versetzt wird. Solche thierische Ketten zeigen sich auch wirksam, wenn ein unorganischer Körper, ein Metall, als ein Erreger des Galvanismus, in die Kette mit aufgenommen wird. Noch stärker treten die Zuckungen in den Muskeln ein, wenn Metallblättchen oder Metallscheiben, sogenannte Armaturen, an die Nerven und Muskeln gebracht werden, und die Metalle unter einander durch einen Metalldrath, einen galvanischen Bogen oder Excitator, verbunden werden, wie dies durch die Versuche Volta's, von Humboldt's, Ritter's, Pfaff's, Rossi's [1], Nysten's [2] u. a. erwiesen ist.

Digitized by Google

Die Erregung der Contact- oder galvanischen Elektricität in Ketten thierischer Theile ist demnach nicht als ein Lebensact anzusehen, sondern blos ihre Wirkungen, die eintretenden Contractionen der Muskeln, sind von den lebenden Eigenschaften der Nerven und Muskeln abhängig. Doch lässt sich muthmassen, dass die in den Ketten heterogener thierischer Theile erregte Elektricität durch die organischen Kräfte modificirt und verstärkt werden kann. Ferner zeigen sich in Thieren Organe, die eine solche Anordnung haben, dass in Folge des Lebens-Acts Elektricität erregt wird, wie dies namentlich bei den elektrischen Fischen der Fall ist.

1) *Mém. de l'Acad. de Turin. T.* 6.
2) *Nouvelles expériences galvaniques. Paris An* 11.

§. 420.

Ueber das elektrische Verhalten thierischer Flüssigkeiten, des Bluts, des Urins und der Galle haben Vasalli-Eandi [1] und Bellingeri [2] Versuche angestellt. Ersterer glaubte gefunden zu haben, dass das Blut im Allgemeinen positive Elektricität habe, und nur bei schwachen entzündlichen Zuständen negativ elektrisch werde; der Urin dagegen sey negativ elektrisch. Bellingeri hat neuerlichst viele Experimente gemacht, um die elektrischen Zustände jener Flüssigkeiten auszumitteln, wobei er sich eines mit heterogenen Metallen armirten Froschschenkels, nach einer von ihm erfundenen Methode, bediente [3]. Um diese Versuche und die daraus gefolgerten Schlüsse zu verstehen, muss folgende Betrachtung vorausgeschickt werden. Bei allen, sowohl einfachen als zusammengesetzten Körpern, findet sich insofern ein gewisses elektrisches Verhalten, dass sie zwar an sich keine freie Elektricität oder elektrische Spannung zeigen, wohl aber dass bei der Vereinigung von zweien derselben eine grössere oder geringere elektrische Erregung eintritt, welche im Allgemeinen zur Elektricitäts-Erregung durch Berührung oder zur sogenannten Galvanischen oder Voltaischen Elektricität gehört, und um so stärker ist, je weiter beide Körper in der nach ihrem elektrischen Verhalten geordneten Reihe von einander abstehen. Bellingeri ordnete nach seinen Versuchen die Metalle der elektrischen Reihe auf folgende Weise: Zink, Blei, Queck-

Digitized by Google

silber, Antimon, Eisen, Kupfer, Wismuth, Gold, Platina. Hierauf verglich er das elektrische Verhalten jener flüssigen Theile der Thiere mit dem der genannten Metalle, wobei er sich präparirter Frosch-Schenkel als Elektrometer bediente. Dabei will er gefunden haben, dass die Elektricität des Venenbluts aus der *Vena jugularis* von Kälbern, Ochsen, Lämmern, Haushühnern, Truthühnern und Enten im gesunden Zustande fast unter allen Umständen dieselbe bleibe. In der elektrischen Reihe der Körper zeigte dieses Blut fast immer die des Eisens, selbst dann, wenn es geronnen war, und sich in den Kuchen und das Serum getrennt hatte. Die Elektricität des Bluts von Thieren, welche im Alter vorgerückt waren, zeigte sich etwas geringer als die des Eisens. Die Elektricität des Arterien-Bluts wurde nicht so beständig gefunden. Sie war bei Lämmern, Widdern, Pferden und Vögeln meistens geringer als die des Venenbluts, zuweilen ihr gleich, aber niemals grösser. Das Arterien-Blut behielt auch lange, nachdem es aus der Ader geflossen war, denselben Grad der Elektricität bei. Das elektrische Verhalten des Urins von Kälbern, Rindern, Schaafen, Widdern wechselte sehr. Es war niemals der des Bluts gleich, sondern meistens war seine Elektricität grösser oder geringer als die des Bluts. Auch die Elektricität der Galle fand er sehr verschieden und nicht mit der des Bluts und Urins übereinstimmend, sie war bald grösser bald geringer, als die dieser Flüssigkeiten.

1) *Commentarii Acad. Taurinens. T.* 5. *Journal de physique. T.* 5. *p.* 336.

2) *In electricitatem sanguinis, urinae et bilis animalium;* in *Mem. della R. Academ. delle science di Torino. T.* 31.

3) *Ib. T.* 23.

§. 421.

Die auffallendsten und merkwürdigsten elektrischen Erscheinungen nimmt man an mehreren Arten von Fischen wahr, welche Zitter- Krampf- oder elektrische Fische genannt werden. Sie ertheilen Menschen und Thieren Schläge oder Erschütterungen, welche den durch eine Leidener Flasche oder eine Volta'sche Säule erregten ähnlich sind. Solche im Meer oder in Flüssen lebende Fische kommen in

Digitized by Google

verschiedenen Abtheilungen, Familien und Gattungen vor. Aus der Abtheilung der Knorpel-Fische gehören hierher:

1) Die Zitter- oder Krampf-Rochen (*Torpedines* nach Risso), namenlich *Torpedo vulgaris*, *marmorata* und Galvani aus den südlich-europäischen Meeren, und verschiedenen anderen Tropen-Meeren. Die Rochen, mit denen Kaempfer am Persischen Meerbusen, Todd am Cap und von Humboldt in Cumana experimentirten, sind wahrscheinlich besondere, von jenen europäischen verschiedene Arten. Der erschütternden Eigenschaft dieser Fische erwähnen schon die Alten [1]. Die ersten genauen Beobachtungen theilte Redi [2] mit. Nach ihm haben Kaempfer [3], Réaumur [4], Walsh [5], J. Pringle [6], Ingenhouss [7], Cavendish [8], Spallanzani [9], Galvani und Aldini [10], von Humboldt und Gay-Lussac [11], Volta und Configliachi [12], und Todd [13] viele Untersuchungen zur Erforschung jener Eigenschaft angestellt.

2) Der elektrische Hay-Rochen (*Rhinobatus electricus* Schneider) im Brasilianischen Meere, den Marcgraf [14] zuerst unter dem Namen *Puraque* aufführte.

In der Abtheilung der Gräthen- oder Knochen-Fische kommen folgende elektrische Arten vor:

1) Der Zitter-Aal (*Gymnotus electricus s. tremulus*) in den Flüssen des südlichen Amerika's. Von Humboldt fand ihn im Flusse Colorado, Guarapiche, Oronoco, im Amazonenstrome, besonders häufig in den stehenden Wassern der Gegend von Colabozo. Seiner Eigenschaft, Erschütterungen zu erregen, erwähnte Richer [15] zuerst. Auch Berkel [16], Condamine [17], Bajon [18], Fermin u. a. theilten Nachrichten über diesen Fisch mit. Versuche wurden an demselben von Ingram [19], s' Gravesande [20], Gronov [21], van der Lott [22], Schilling [23], Williamson [24], Garden [25], Walsh, Le Roy [26], Ingenhouss [27], Bryant [28], Collins Flagg [29], Fahlberg [30], Guisan [31] und von Humboldt [32] angestellt.

2) Der Zitter-Wels (*Silurus electricus*, *Malacopterurus electricus Lacepede*), im Nil, Senegal, Congo und anderen Flüssen Afrika's lebend. Adamson [33] beobachtete seine elektrischen Erscheinungen zuerst. Forskael [34] und Broussonet [35] beschrieben ihn genauer.

Digitized by Google

3) Der indische Degenfisch *(Trichiurus indicus)* in dem indischen Meere, dessen Willoughby [36] und Nieuhof [37] erwähnen.

4) Der elektrische Stachelbauch *(Tetrodon electricus)*. Er wurde von Paterson [38] an den Corallen-Bänken der Insel Saint-Jean im Indischen Meere entdeckt.

Sehr wahrscheinlich sind noch mehrere andere Fische der Tropen elektrisch.

1) Plato in seinem Gespräch *Meno*. Aristoteles *Hist. animal. L.* 2. *C.* 13: *L.* 9. *C.* 37. *De part. animal. L.* 4. *C.* 13. Plutarch *De industria animal. p.* 246. Plinius *Hist. natur. L.* 32. *C.* 1. Aelian *De animal. Natura. L.* 1. *C.* 36. Oppian *Halieit. L.* 1. *C.* 104. Galen u. a

2) *Esperienze intorno a diverse cose naturali. Firenze* 1671. 4. *Experimenta circa res diversas naturales, speciatim illas, quae ex Indiis adferuntur. Amstel.* 1675. 8. *p.* 60.

3) *Torpedo sinus persici;* in *Amoenitat. exotic. Lemgo* 1712. *Fasc.* 3. *Obs.* 2. *p.* 509.

4) *Des effets que produit le poisson appellé Torpille sur ceux qui le touchent, et de la cause dont ils dependent;* in *Mém. de l'Acad. des Sc. de Paris.* 1714. *p.* 344.

5) *Of the electric property of the Torpedo;* in *Philos. Transact. Y.* 1774. *T.* 63. *p.* 461.

6) *A discourse on the Torpedo. London* 1775. *Six discourses, published by A. Kippis. London* 1783.

7) *Experiments on the Torpedo;* in *Philos. Transact. Y.* 1775. *T.* 65. *p.* 1.

8) *An account of some attempts to imitate the effects of the Torpedo by electricity; Ib. T.* 66. *p.* 196.

9) *Opuscoli scelti di Milano.* 1783. *Memorie di Matematica e Fisica della Societa Italiana. T.* 2. *p.* 603. *Journal de Physique. T.* 23. *p.* 218. *T.* 28. *p.* 261.

10) *Essai théorique et expérimental sur le Galvanisme. Paris* 1804. *V.* 2. *p.* 61.

11) *Sur la torpille;* in *Annales de chimie T.* 65. *p.* 15.

12) *Annali di Chimica di* Brugnatelli. *T.* 22. *p.* 223. *L'identita del fluido elettrico col cosi detto galvanico. Pavia* 1814. 4.

13) *Some observations and experiments made on the Torpedo of the Cape of Good Hope;* in *Philos. Transact. Y.* 1816. *P.* 1. *p.* 120.

14) *Hist. Brasil. p.* 151.

15) *Mém. de l'Acad. des Sc. de Paris.* 1677. *T.* 1. *p.* 176. *T.* 7. *p.* 325.

16) Reise nach *Rio de Berbice.*

17) *Voyage dans l'Amérique méridionale. Paris* 1745.

18) *Mém. sur Cayenne. T.* 2. *p.* 287.

Digitized by Google

19) *Im Student of Oxford No.* 2. Uebersetzt in den Hannöverischen gelehrten Anzeigen. 1750. St. 21. S. 83.

20) *Allamand Van de uit werkzelen, welke un Americaanse Vis veroorzaakt op de geenen, die hem aanraken;* in *Verhandel. van de Maatsch. te Haarlem. Deel* 2. *S.* 372. Neu Hamburger Magazin. St. 20. S. 178.

21) *Gymnoti tremuli descriptio, atque experimenta cum eo instituta;* in *Act. Helvetic. V.* 4. *p.* 26.

22) *Bericht van den Conger-Aal, of te Drilvish;* in *Haarlem Verhandel. Deel* 6. *H.* 2. *p.* 87.

23) *Observatio physica de Torpedine pisce. Trajecti* 1770.

24) *Experiments and observations on the Gymnotus electricus;* in *Philos. Transact. Y.* 1775. *V.* 65. *p.* 94.

25) *An account of the Gymnotus electricus; Ib. p.* 102.

26) *Lettre à l'Auteur du Journal de physique; T.* 8. *p.* 331.

27) Vermischte Schriften. Wien 1782. S. 272.

28) *Account of on electrical Eel, or the Torpedo of Surinam;* in *Transact. of the American Society. V.* 2. *p.* 166.

29) *Observations on the Numb fish, or Torporific Eel; Ib. p.* 170.

30) *Vetensk. Acad. Nya Handlingar.* 1801. *P.* 2. *p.* 122. Gehler's Journal. B. 14. S. 456.

31) *De gymnoto electrico. Tübingae* 1819. 4.

32) *Observations sur l'anguille électrique;* in *Recueil d'observations de Zoologie. Paris* 1805. *fol. p.* 81.

33) *Hist. natur. du Sénégal. Paris* 1757. *p.* 134.

34) *Descriptiones animalium, quae in itinere orientali observavit, p.* 10.

35) *Mém. sur le Trembleur, espèce peu connue de Poisson électrique;* in *Mém. de l'Acad. des Sc. de Paris.* 1782. *p.* 692.

36) *Ichtyologie. Append. T.* 3. *Fig.* 3.

37) *Zee on Lant Reize door West- en Ost-Indien. Amsterdam.* 1682. *p.* 270.

38) *An account of new electrical fish;* in *Philos. Transact. Y.* 1786. *T.* 76. *p.* 382.

§. 422.

Die elektrischen Fische haben im Aeusseren nur das mit einander gemein, dass ihre Haut nackt, schuppenlos, mit zahlreichen Schleimdrüschen versehen ist, und reichlich Schleim absondert. Alle zeichnen sich ferner durch besondere, wie wohl im Baue verschiedene, sehr nervenreiche, und meistens mit den allgemeinen Bedeckungen in Verbindung stehende Organe aus, die man elektrische oder wegen ihrer Aehnlichkeit mit einer Volta'schen Säule, elek-

Digitized by Google

tromoterische nennt. Wir wollen ihren Bau bei den verschiedenen Arten angeben.

Die der Zitter-Rochen, welche von Redi, Lorenzini [1], Oliger-Jacobaeus [2], Réaumur, John Hunter [3], Girardi [4] und Geoffroy [5] untersucht wurden, sind gedoppelt vorhanden. Sie liegen zu beiden Seiten des Kopfs zwischen dem Schedel, den Kiemen und den grossen halbzirkelförmigen Knorpeln der Brustflossen, als platte, länglich rundliche Massen, welche an ihrer oberen und unteren Fläche von der Haut bedeckt sind. Nimmt man die allgemeinen Bedeckungen weg, so stösst man zunächst auf eine aus sehnigen Fasern gebildete netzförmige Haut. Jedes Organ ist aus sehr vielen senkrecht stehenden, meistens unregelmässig sechs- fünf- oder vier-eckigen häutigen Säulen zusammengesetzt, die durch Zellstoff, Blutgefässe und Nerven verbunden sind. Die Grösse und Zahl dieser Säulen ist nach der Grösse und dem Alter der Fische verschieden. In einem kleinen Rochen zählte J. Hunter 470, in einem sehr grossen 1182 Säulen. Ihre Wandungen bestehen aus einer dünnen sehnartigen Haut. Jede Säule ist durch horizontal liegende, dünne, häutige Scheidewände oder Platten abgetheilt, deren Anzahl, nach Verschiedenheit des Alters, 150 bis 200 beträgt, und die unter einander durch Fasern verbunden sind. Zwischen denselben finden sich kleine, mit einer gallert- oder eyweiss-artigen Flüssigkeit gefüllte Räume. In diese häutigen Scheidewände verbreiten sich Arterien und Venen, die höchst feine Netze bilden. Ferner gehen in die elektrischen Organe sehr grosse Nerven ein, welche Aeste der ungemein starken, aus besonderen Anschwellungen des verlängerten Marks entspringenden *Nervi vagi* sind, die zwischen den Kiemen verlaufen, Zweige an diese absenden, und sich dann in die Organe vertheilen. Der in eine Säule eintretende Nerven-Zweig bildet feine Reiser und Fäden, die sich in die Scheidewände auflösen. Ausserdem gelangen noch Zweige von dem dritten Ast des fünften Nervenpaars, die sich am äusseren Rande des elektrischen Organs hinziehen, in die Säulen.

Die elektrischen Organe des Zitter-Aals, deren Bau von John Hunter [6], Geoffroy, von Humboldt [7] und neuerdings von Knox [8] untersucht wurde, sind viel grösser als

die der Zitter-Rochen, und machen den grössten Theil des ungemein langen Schwanzes dieses Fisches aus. Es sind ihrer zwei auf jeder Seite vorhanden, welche durch ein langes Band und die oberen Muskeln der Wirbelsäule von einander getrennt sind. Ein grösseres Organ liegt unmittelbar unter der Haut, neben den oberen Rückenmuskeln, und erstreckt sich über die hinteren zwei Drittheile des Schwanzes, an dessen Ende es zugespitzt aufhört. Ein kleineres, tiefer liegendes Organ ist von jenem durch eine dicke Sehnenhaut, eine Schichte Fett und Muskeln getrennt. Beide bestehen aus sehnigen Häuten, welche in Form von Platten theils der Länge nach über einander liegen, theils senkrecht stehen und mit jenen sich kreuzen. Durch diese Platten werden sehr viele Zellen gebildet, die mit einer Flüssigkeit gefüllt sind. In die Organe senden die Nerven des Rückenmarks zahlreiche Zweige ab, welche sich aufs feinste in den Wandungen der Zellen vertheilen. Dass der sympathische Nerve Zweige an sie abgeben soll, ist irrig.

Im Zitter-Wels liegen die elektrischen Organe zufolge Geoffroy's Angabe, und der genaueren Untersuchungen Rudolphi's [9] unter den allgemeinen Bedeckungen. Wenn man diese einschneidet und zurückschlägt, so zeigt sich auf jeder Seite des Fisches eine besondere, aus kleinen rautenförmigen Zellchen bestehende Haut, die sich vom Kopfe bis in die Gegend hinter der Bauchflosse erstreckt. Die Zellchen enthalten eine eyweissartige Flüssigkeit. An ihrer innern Fläche ist diese Haut mit silber-glänzenden, in verschiedenen Richtungen sich kreuzenden und verflechtenden sehnigen Fasern belegt. An ihr verlauft in der Mittellinie ein grosser Ast des *Nervi vagi*, und sendet Zweige nach allen Richtungen in die Sehnenhaut, welche dieselbe durchbohren und sich in die äussere zellige Masse aufs feinste vertheilen. Die Nerven werden von einer ansehnlichen, in viele Zweige sich auflösende, Arterie begleitet. Die aus dieser Haut entspringende Vene senkt sich nahe am Herzen in die Hohlader. Die Muskeln werden noch von einer andern, aus einem flockigen Zellstoff gebildeten Haut umschlossen, in die Zweige der Spinal-Nerven eindringen. Die elektrischen Organe der übrigen Fische sind noch nicht untersucht worden.

Digitized by Google

Hieraus ergibt sich, dass die elektrischen Organe im Wesentlichen darin übereinkommen, dass sie aus plattenförmigen, von Blutgefässen und zahlreichen Nerven durchgezogenen Sehnenhäuten zusammengesetzt sind, zwischen denen sich zellige Räume befinden, welche mit einer gallert- oder eyweiss-artigen Flüssigkeit gefüllt sind. In dieser platten-förmigen Anordnung zeigt sich eine gewisse Aehnlichkeit mit den Platten einer Volta'schen Säule.

1) *Osservazioni intorno alle Torpedini. Firenze* 1678.

2) *Anatome piscis torpedinis motusque tremuli examen*; in Bartholini *Act Med. V.* 5. *p.* 253.

3) *Anatomical observations on the Torpedo*; in *Philos. Transact. Y.* 1773. *V.* 63. *p.* 481. *Pl.* 20.

4) *Saggio di osservazioni anatomiche intorno agli organi elettrici della Torpedine*; in *Mem. della Societa Italiana. T.* 3. *p.* 553.

5) *Mém. sur l'anatomie comparée des organes électriques de la raie torpille, du gymnote engourdissant, et du silure tremblèur*; in *Annales du Museum. T.* 1. *p.* 392. *Pl.* 26

6) *An account of the Gymnotus electricus*; in *Philos. Transact. V.* 65. *P.* 2. *p.* 395.

7) *Observations sur l'anguille électrique*; in *Recueil d'observations de Zoologie et d'anatomie comparée. p.* 81. *Pl.* 10. *Fig.* 3.

8) *Observations on the general anatomy of the Gymnotus electricus, and on the anatomy of the Electric-Organs*; in *Edinburgh Journal of science.* 1824. *No.* 1. *p.* 96.

9) Ueber den Zitter-Wels; in den Denkschriften der Berliner Akademie. 1824. S. 187. Taf. 1—3.

§. 423.

Versuche zur Erforschung der elektrischen Eigenschaft sind nur an Zitter-Rochen und Zitter-Aalen gemacht worden, welche Pfaff [1] neuerlichst zusammengestellt hat. Wir beschränken uns auf die Anführung der wichtigsten Ergebnisse.

Was zuvörderst die durch die Berührung lebender elektrischer Fische verursachten Empfindungen anlangt, so hatte schon Redi [2] dieselben, vor Kenntniss der elektrischen Wirkungen, nach seinen an Zitter-Rochen gemachten Erfahrungen auf eine solche Weise geschildert, dass sich hieraus ihre Aehnlichkeit mit diesen ergab. Réaumur empfand bei der Berührung solcher Fische eine Betäubung, die sich plötzlich durch den ganzen Arm bis zur Schulter

Digitized by Google

und selbst oft bis zum Kopfe erstreckte, und von einem starken, dumpfen Schmerz begleitet war. Adanson, Gravesande, Walsh u. a. verglichen die Empfindung mit der durch eine Leidener Flasche erregten Erschütterung; so auch Gay-Lussac und Humboldt, nur sei sie durchdringender und schmerzhafter. Späterhin fand letzterer und Configliachi eine grössere Aehnlichkeit mit dem durch die Berührung der beiden Polen einer Volta'schen Säule hervorgebrachten Gefühle. Die Wirkungen des mit grösseren elektro-motorischen Organen ausgerüsteten Zitter-Aals sind stärker als die des Zitter-Rochens, und gleichen nach Williamson's, Flagg's, Fahlberg's u. a. Beobachtungen den durch eine elektrische Batterie erregten Erschütterungen. Bryant fühlte den Schlag nicht blos in den Händen und Armen, sondern selbst im ganzen Körper. Humboldt sah Pferde im Wasser betäubt niedersinken, an deren Bauche sich Zitter-Aale entladen hatten. Die Stärke der Erschütterung ist nach der Art der Berührung verschieden. Berührt man die Haut eines Zitter-Rochens an der Stelle, wo die elektrischen Organe liegen, nur mit einem Finger, so ist der Schlag schwach. Legt man dagegen eine Hand auf die Organe, so ist die Erschütterung stärker. Am stärksten erfolgt sie, wenn man mit der einen Hand die obere, mit der andern die untere Fläche der Organe berührt. In diesem Falle empfindet man meistens in beiden Händen einen Schlag, der jedoch in ersterer Hand bemerkbarer als in letzterer ist. Ferner werden die Schläge stärker, wenn man die Haut des Fisches zugleich drückt, reibt, kneipt, oder auf andere Art reizt. Auch vom Zitter-Aale erhält man eine stärkere Erschütterung, wenn man ihn mit zwei Händen berührt. Am stärksten äussert sie sich, wenn man mit der einen Hand den Kopf und mit der andern den Schwanz anfasst.

1) Siehe den Artikel, Elektrische Fische, in Gehler's Physikalischem Wörterbuche, neu bearbeitet von Brandis, Gmelin, Horner, Muncke, Pfaff. Leipzig 1827. B. 4. S. 275.

2) A. a. O. S. 61. *Vix torpedinem manu constrictum tetigeram, cum formicare manus, brachium, et omnis humerus coepit, cum tremore usque adeo fastidioso, nec non dolore afflicto et acuto, in mucrone cubiti, ut statim manum abducere cogerer: idque toties mihi accidit, quoties eundem diutius tangere obstinate volebam.*

Digitized by Google

Verum quidem est, me tanto minus doloris atque tremoris sensisse, quanto morti proprior torpedo erat: quin saepius nihil istiusmodi sensi; et cum plane mortua esset, neque enim ultra tres horas vixit, tractare eandem secure, et sine omni fastidio poteram.

§. 424.

Für die von Adanson und Gravesande zuerst geäusserte und von Walsh bestätigte Ansicht, dass die durch Berührung der Zitter-Fische hervorgebrachte Erschütterung elektrischer Art ist, sprechen viele Erscheinungen. Man erhält selbst Schläge, wenn man Fische nicht unmittelbar berührt, sondern durch andere Körper mit ihnen in Verbindung kommt. Schon Redi theilte die Aussage von Fischern mit, dass sie beim Fang der Zitter-Rochen sowohl durch den Strick des Netzes als durch die Gabel, mit der sie einen Fisch gespiest hatten, eine Erschütterung in der Hand erhielten. Réaumur bekam einen schwachen Schlag, da er einen Zitter-Rochen mit seinem Stocke berührte. Walsh empfand starke Erschütterungen in beiden Händen, da er an einen im Wasser befindlichen Rochen ein Stück Eisen anlegte, während er die andere Hand in einiger Entfernung vom Fische ins Wasser getaucht hatte. Spallanzani hat gleichfalls die Mittheilung von Erschütterungen wahrgenommen, wenn er solche Fische mit Körpern berührte, die Leiter der Elektricität waren. Netze und Tücher leiteten die Schläge, wenn sie nass, nicht aber wenn sie trocken waren. Gay-Lussac und Humboldt dagegen wollen bei der blossen einfachen Berührung mit metallischen Leitern keine Erschütterung wahrgenommen haben. Sie hatten einen Zitter-Rochen mit der untern Fläche auf eine metallene Schüssel gelegt, der, welcher die Schüssel in der Hand hielt, empfand keine Erschütterung. Berührte er aber mit der andern Hand die obere Fläche des elektrischen Organs, so fühlte er sogleich in den beiden Armen einen heftigen Schlag. Wasser allein soll die elektrische Wirkung nicht leiten; denn sie erhielten im Wasser keinen Schlag, wenn sie die Hand dem Fische blos nahe brachten, sondern nur dann, wenn sie ihn unmittelbar berührten. Auffallender als bei den Zitter-Rochen sind die Erscheinungen des Fortleitens der Elektricität durch Zwischen-Körper bei dem Zitter-Aal. Dieser ertheilt selbst Schläge,

Digitized by Google

wenn man sich ihm im Wasser mit der Hand nähert, ohne unmittelbare Berührung, wie Williamson, Fahlberg, Guisan u. a. beobachtet haben. Er kann kleine Fische, die in seine Nähe kommen, in ansehnlicher Entfernung, durch Schläge, die er auf sie abschiesst, betäuben und tödten. Seine Schläge pflanzen sich durch Metalle, selbst durch Holz, fort, das mit dem Fische in Berührung kömmt, nicht aber durch Siegellack und Wachs.

Die elektrische Erschütterung kann in mehreren Personen zugleich hervorgebracht werden, wenn sie einen leitenden Kreis durch Anfassen der Hände bilden, dessen äusserste Glieder mit den elektrischen Organen eines Fisches in unmittelbarer Berührung, oder mittelst Leiter der Elektricität in Verbindung stehen. Wird der Kreis durch Nichtleiter der Elektricität unterbrochen, so hören die Wirkungen auf. Dieser Versuch, welcher die elektrische Natur des durch die lebenden Fische erzeugten Agens am meisten erweist, wurde zuerst von Walsh am Zitter-Rochen angestellt, und von Spallanzani, Gay-Lussac, Humboldt u. a. mit gleichem Erfolge wiederholt. Noch auffallender gelangen diese Versuche am Zitter-Aal. Bei einem von Walsh gemachten Versuche empfanden siebenundzwanzig Personen, die einen solchen Kreis gebildet hatten, die Erschütterung, da die äussersten Glieder den Fisch berührten.

Funken wurden beim Durchgang des elektrischen Fluidums des Zitter-Rochens durch Leiter weder von Walsh und Spallanzani, noch von Gay-Lussac, Humboldt und Configliachi wahrgenommen. Nur Gardini[1] will einen Funken bemerkt haben, da er von einem auf einem Isolirbrette liegenden Rochen einen heftigen Schlag erhielt. Bei den mit Zitter-Aalen angestellten Versuchen ist aber auch der elektrische Funken beobachtet worden. Walsh leitete den Schlag eines solchen, aus dem Wasser genommenen Fisches durch einen, auf einer Glasscheibe befestigten und in der Mitte durchschnittenen Streifen von Staniol, und sah die Funken von der einen Hälfte des Streifens zur andern überspringen. Dieselbe Erscheinung hat Fahlberg beobachtet, da er die beiden Enden eines auf Glas befestigten und durch einen kleinen Zwischenraum unterbrochenen Staniol-Streifens mittelst der Hände zweier Personen oder an-

Digitized by Google

derer Leiter mit einem in die Luft gebrachten Fische in Verbindung brachte. Befand sich der Fisch aber im Wasser, so konnte er keinen Funken bemerken. Auch Guisan hat jenes Phänomen wahrgenommen.

Galvani endlich sah, was noch angeführt zu werden verdient, von der Haut entblösste Frosch-Schenkel, die er auf den Rücken eines Zitter-Rochens gelegt hatte, in Zuckungen gerathen, da der Fisch einen Schlag ertheilte, welche Erscheinung also ebenfalls für eine elektrische Entladung spricht. Ohnerachtet dieser auffallenden elektrischen Erscheinungen gelang es bis jetzt, weder an Zitter-Rochen noch an Zitter-Aalen, Spuren von freier elektrischer Spannung, ein deutliches polarisches Verhältniss, Anziehung und Abstossung leichter Körper, eine Wirkung auf sehr empfindliche Elektrometer, selbst nicht mit Hülfe der besten Condensatoren, und Ladung von Flaschen oder Batterien wahrzunehmen. H. Davy [2] hat auch die Wirkung der elektrischen Schläge von Zitter-Rochen auf die Wasserzersetzung und die Magnetnadel geprüft. Er liess wiederholt Schläge durch einen aus Silberdraht und Wasser zusammengesetzten Bogen gehen, wobei er aber nicht die geringste Wasserzersetzung bemerken konnte. Auch hat er Schläge mehrmals durch den Bogen eines sehr empfindlichen Multiplicators gehen lassen, doch ohne die geringste Ablenkung der Magnetnadel wahrzunehmen. Schilling's Aussage, dass die elektrischen Erscheinungen des Zitter-Aals ein gewisses Verhältniss zum Magneten zeigen, ist unrichtig; denn Walsh, Ingenhouss und Humboldt fanden, dass dieser Fisch durchaus für allen magnetischen Einfluss unempfindlich ist, was Spallanzani auch vom Zitter-Rochen bemerkte.

1) *De electrici ignis natura. Mantua* 1792. §. 71.
2) *Philosophical Transactions.* 1829. *P.* 1. *p.* 15.

§. 425.

Ueber das Verhalten der elektrischen Fische bei Ertheilung von Erschütterungen und deren Abhängigkeit vom Leben haben Beobachtungen und Versuche folgendes gelehrt. Bei der Mittheilung von Schlägen sind die Fische nicht unthätig, und man kann ihre elektrischen Organe nicht gleich einer geladenen Leidener Flasche oder einer

Digitized by Google

Volta'schen Säule nach Belieben entladen. Es ist die Entladung vielmehr ein Act ihrer Willkühr, wie schon Réaumur bemerkte und durch die Beobachtungen von Walsh, Williamson, Spallanzani, Gay-Lussac, Humboldt, Todd u. a. bestätigt wurde; denn es ereignete sich oft, dass ein kräftiger Fisch mit beiden Händen angefasst wurde, ohne dass er einen Schlag ertheilte, während dagegen zuweilen die leiseste Berührung hinreichte, eine Erschütterung zu erhalten. Demnach scheinen die elektrischen Fische durch den Einfluss des Willens die Entladung und wahrscheinlich selbst die Ladung der Organe vorzunehmen. Humboldt meint sogar aus seinen Versuchen folgern zu können, dass der Zitter-Aal selbst dem Schlage eine willkührliche Richtung zu geben im Stande sey. Nach den von Walsh, Fahlberg und Guisan gemachten Beobachtungen endlich scheint der Zitter-Aal einen feinen Sinn für die Wahrnehmung der Verhältnisse und Umstände zur Möglichkeit der Ertheilung von Schlägen zu besitzen. Er scheint nämlich zu erkennen, ob die Körper, die ihm nahe kommen, solche sind, welche den Schlag aufnehmen können oder nicht, das heisst, ob sie Leiter oder Isolatoren sind, denn im ersteren Falle ertheilt er den Schlag, im letzteren hingegen nicht. So wurde er durch die Nähe von Metallen, die man in den Wasserbehälter gelegt hatte, in Unruhe versetzt, und veranlasst, sein elektrisches Fluidum in sie zu entladen.

Hinsichtlich der der Entladung vorausgehenden oder sie begleitenden Erscheinungen stimmen die Beobachter nicht überein. Einige geben an, dass die Entladung der Zitter-Rochen jedesmal mit einer Muskel-Anstrengung verbunden ist. So will Réaumur bemerkt haben, dass sich der gewölbte Rücken dieses Fisches bei der Mittheilung einer Erschütterung abplatte und selbst concav werde, und plötzlich bei dem Schlage wieder eine convexe Form annehme. Gay-Lussac und Humboldt glauben beobachtet zu haben, dass die Brustflossen bei der Entladung in eine convulsivische Bewegung gerathen. Auch Todd fand, dass die Ertheilung der Erschütterung im Allgemeinen mit Muskel-Anstrengungen verbunden ist, und dass die Fische die Augen einziehen. Letzteres wurde auch von Walsh, nicht aber von Spallanzani beobachtet. Bei dem Zitter-Aal ist

Digitized by Google

es erwiesen, dass Bewegungen des Körpers nicht nothwendig mit der Entladung vergesellschaftet sind; denn solche Fische bewegen sich oft sehr lebhaft, wenn man sie in den Händen hält, ohne einen Schlag zu ertheilen, während sie sich dagegen nicht selten bei vollkommener Ruhe entladen.

§. 426.

Die elektrischen Fische können nach Ertheilung eines Schlags ihre Organe mit grosser Schnelligkeit von Neuem laden, und eine Reihe von Erschütterungen hervorbringen. Im Allgemeinen steht die Stärke der Schläge in geradem Verhältniss mit ihrer Lebhaftigkeit und der Intensität ihrer Lebens-Aeusserungen. Durch öftere Wiederholung der Schläge werden die Fische geschwächt, und die Schläge werden schwächer. Durch Ruhe erhohlen sie sich wieder, und die Stärke der Schläge nimmt zu. Bei allmähliger Erschöpfung werden die Schläge immer schwächer. Kurz vor dem Tode erfolgen sie sehr schnell hintereinander, sie sind aber so schwach, dass sie kaum wahrgenommen werden. Zitter-Rochen, denen die elektrischen Organe ausgeschnitten sind, ertheilen keine Erschütterungen mehr; doch können sie längere Zeit ohne dieselben fortleben, und selbst länger als solche Fische, die man zu öfterer Entladung reizt. Nimmt man ein Organ weg, so bleibt das andere meistens wirksam.

§. 427.

An der Erregung der Elektricität und der Ertheilung der Schläge haben die in die elektro-motorischen Organe eingehenden Nerven den wesentlichsten Antheil. Spallanzani, Galvani, Humboldt und Todd fanden, dass die Fische das Vermögen verlieren, Schläge zu ertheilen, sobald man jene Nerven durchschneidet oder unterbindet. Schneidet man die Nerven eines Organs durch, so bleibt das andere thätig. Todd zerstörte das Gehirn, worauf die Erschütterungen aufhörten, und durch keinen Reiz wieder erregt werden konnten. Nach Ausschneidung des Herzens besteht das Vermögen, Erschütterungen zu ertheilen, eine Zeit lang fort. Bemerkenswerth ist noch, dass die elektrischen Fische, gleich anderen Thieren, durch die Anwendung der Reibungs-

Digitized by Google

und galvanischen Elektricität in Convulsionen versetzt werden, wie Aldini an Zitter-Rochen, und Humboldt an Zitter-Aalen wahrgenommen haben.

§. 428.

Nach den bis jetzt über die Zitter-Fische angestellten Untersuchungen kann nicht in Zweifel gezogen werden, dass die Erschütterungen, welche sie während des Lebens ertheilen, elektrischer Art sind, und zwar am meisten mit den Wirkungen einer Volta'schen Säule übereinkommen. Die diesen Fischen eigenthümlichen elektromotorischen Organe zeigen auch in ihrem Baue eine grosse Aehnlichkeit mit einer solchen Säule der zweiten Ordnung, indem sie aus abwechselnden Lagen von feuchten Leitern verschiedener Art, nämlich aus häutigen Scheidewänden und einer gallert- oder eyweiss-artigen Flüssigkeit bestehen. Dennoch lässt sich nicht annehmen, dass ihre Wirkungen die alleinige Folge ihres Baues und der mechanischen Anordnung der in ihre Zusammensetzung eingehenden Theile sey, und hierdurch allein Contact-Elektricität in dem Grade hervorgebracht werde, wie wir sie an den lebenden Fischen zu beobachten Gelegenheit haben; weil nach Durchschneidung der in die elektrischen Organe eingehenden Nerven ihr Vermögen Erschütterungen zu ertheilen sogleich aufgehoben wird, ohnerachtet die heterogenen Schichten, welche die Organe zusammensetzen, unverändert bleiben. Ueber die Wirkungsart des nothwendigen Einflusses der Nerven auf die Organe und deren Antheil an der Erregung der Erschütterungen haben uns die Versuche der Naturforscher keinen Aufschluss gegeben. Unter diesen Verhältnissen werden wir genöthigt die elektrische Ladung und Entladung der Organe als einen Lebensact anzusehen, der zunächst durch den Nerven-Einfluss auf dieselben bedingt ist, und die elektrischen Organe nur als die Apparate zu betrachten, welche auf secundäre Weise zur Hervorbringung und Entladung von Contact-Elektricität unter dem lebenden Antheil der Nerven beitragen. Von der Wirkung der Nerven bei der Erregung der Elektricität sind wir aber so lange nicht im Stande genügende Rechenschaft zu geben, als die Wirkungsart der Nervenkraft selbst

Digitized by Google

noch nicht aufgehellt ist. Die vollständige Aufhellung jener merkwürdigen elektrischen Phänomene kann erst durch weitere Beobachtungen und Versuche über die Lebens-Aeusserungen der Nerven gewonnen werden. H. Davy vermuthet zufolge seiner Versuche, dass die thierische Elektricität eine grössere Analogie mit der gemeinen als mit der Volta'schen Elektricität habe, und für noch wahrscheinlicher hält er es, dass sie eine besondere und eigenthümliche Art von Elektricität ausmache.

§. 429.

Elektrische Erscheinungen bei blosser Berührung in dem Grade, wie man sie an obigen Fischen beobachtet, sind bis jetzt nicht mit hinlänglicher Gewissheit an anderen Thieren wahrgenommen worden. Cotugno [1] erzählt zwar, er habe einen elektrischen Schlag von einer lebenden Hausmaus erhalten, die er zergliedern wollte, da das Thier seinen Schwanz gegen einen seiner Finger bewegte. Molina [2] und Vidaure [3] sagen aus, eine sechsarmige Spinne habe der Hand bei der Berührung eine Erstarrung ertheilt. Kirby und Spence [4] führen an, der General Davies habe einen elektrischen Schlag empfunden, da er einen lebenden *Reduvius serratus* auf seine Hand gesetzt habe. Endlich soll *Leonice gigantea*, eine der grössten Arten von Meer-Aneliden, welche lebend auf einer der Antillischen Inseln ans Land geworfen wurde, der Person, welche sie ergriff, einen elektrischen Schlag ertheilt haben, der einen Haut-Ausschlag über den ganzen Körper zur Folge hatte [5]. Diese Mittheilungen scheinen uns aber sehr zweifelhaft und bedürfen der weiteren Bestätigung.

1) Lichtenberg's Magazin für das Neueste aus der Naturkunde. B. 8. S. 121.

2) Naturgeschichte von Chili. S. 175.

3) Geschichte Chil's. S. 63.

4) *An Introduction to entomology. V.* 1. *p.* 110.

5) *Silliman. American Journal of science. Vol.* 15. *No.* 2. *p.* 357.

§. 430.

Es gibt noch mehrere Erscheinungen in der thierischen Oekonomie, welche es wahrscheinlich machen, dass

Digitized by Google

die Nerven durch eine ihnen zukommende Kraft im Stande sind, elektrische Strömungen zu erregen und zu leiten, welche denen ähnlich sind, die durch die vereinten Pole der galvanischen Säule hervorgebracht werden. Zu dieser gehört die Wirkung der lebenden Nerven auf die Muskeln bei der Hervorbringung der Zusammenziehung. Humboldt [1] hat schon die Vermuthung ausgesprochen, dass mit jeder Zusammenziehung der Muskeln eine Art elektrische Entladung der Nerven verbunden sey. Prevost und Dumas [2], so wie Edwards [3], haben dies zu erweisen gesucht. Wir werden hierauf an dem gehörigen Orte zurückkommen. Die Erregung von Elektricität durch die lebenden Nerven müssen wir jedoch unter allen Umständen als ein dem Leben untergeordnetes und von den Wirkungen der Nervenkraft abhängiges Phänomen ansehen.

1) *Annales de Chimie. Août* 1819. *T.* 11. *p.* 437.

2) *Mémoire sur les phénomènes qui accompagnent la contraction de la fibre musculaire. Paris* 1724 8.

3) *De l'influence des agens physiques sur la vie. Paris* 1824. *p.* 531.

Dritte Abtheilung.

Bewegungen.

§. 431.

Bewegungen kommen an allen organischen Körpern vor, und sie machen ein Hauptmerkmal des Lebens aus. Die früher geschilderten Vorgänge des Ernährens und Bildens, die Aufnahme der Nahrungsmittel, die Einsaugung, die Verähnlichung, das Athmen, das Strömen des Nahrungssaftes, der Ansatz von Bestandtheilen desselben beim Acte des Ernährens, und die Absonderung der Säfte, von denen die Erhaltung der lebenden Körper in eigenthümlicher Mischung, Organisation und Thätigkeit abhängt, sind sämmtlich mit räumlichen Veränderungen verbunden. Abgesehen von den das Ernährungs- und Bildungs-Geschäft

Digitized by Google

unmittelbar begleitenden Bewegungen nehmen wir noch andere wahr. Bei den Gewächsen bewegen sich die Blätter und bei vielen die Zeugungstheile. Thiere bewegen einzelne Glieder und verändern willkührlich den Standort. Kurz jeder lebende Körper ist einem *Perpetuum mobile* zu vergleichen, das sich durch eigene Thätigkeit mehr oder weniger bemerkbar, und mit verschiedener Schnelligkeit und Kraft bewegt.

Versuchen wir es die Bewegungen der organischen Körper zu schildern und ihre Ursachen und Bedingungen auszumitteln, deren Erforschung zu den schwierigsten Aufgaben der Physiologie gehört. Am sichersten glauben wir hierbei zu verfahren, wenn wir zunächst die bei den Thieren und Gewächsen vorkommenden Bewegungen einzeln für sich betrachten, die Theile und Gebilde angeben, welche sie ausüben, und die Verhältnisse anführen, unter denen sie eintreten. Hierauf vergleichen wir die Bewegungen beider Gruppen von lebenden Wesen, um zu untersuchen, inwiefern sie sich gleich oder ähnlich und von einander verschieden sind. Diess führt dann zur Untersuchung der Ursachen und Kräfte, von denen die Bewegungen abhängen, und aus ihr lässt sich entnehmen, ob sie durch gleiche oder verschiedene Kräfte hervorgebracht werden. Für rathsam erachten wir es, mit den auffallenderen und bekannteren Bewegungen der Thiere den Anfang zu machen.

Digitized by Google

Erstes Kapitel.

Von den Bewegungen der Thiere.

§. 432.

An den Thieren lassen sich zunächst Bewegungen der festen Theile und der Flüssigkeiten unterscheiden. Die der festen Theile äussern sich meistens durch abwechselnde Zusammenziehung und Ausdehnung; entweder mit deutlichen Oscillationen verbunden, wie an den Muskeln, oder ohne sichtbare Oscillationen, wie an dem Schleimstoffe und verschiedenen anderen nicht muskulösen Gebilden. Die an den Flüssigkeiten vorkommenden Bewegungen werden ihnen grösstentheils durch die Wandungen der sie enthaltenden Höhlen und Kanäle mitgetheilt. Doch sind die in den Bildungssäften vorhandenen Kügelchen mit der Eigenschaft begabt, sich unter gewissen Verhältnissen eigenmächtig zu bewegen, wie dies mit den Blutkügelchen und den sogenannten Samenthierchen der Fall ist. Ferner nehmen wir Bewegungen wahr, die aus einem Zuströmen von Säften zu Theilen entspringen, wodurch diese in einen Zustand von Anschwellung und Spannung versetzt werden. Dies sind die Turgescenz-Bewegungen, die am bemerkbarsten an den männlichen und weiblichen Geschlechts-Theilen eintreten. Ausserdem gibt es mit den Vorgängen des Bildens, Wachsens und Ernährens vergesellschaftete Bewegungen, welche zwar bis jetzt nicht unmittelbar durch die Sinne wahrgenommen wurden, auf deren Vorhandenseyn wir aber aus den Wirkungen des Bildens, Wachsens und Ernährens zu schliessen berechtigt sind. Wir wollen sie durch den Namen der Bildungs- und Ernährungs-Bewegungen bezeichnen. Endlich sind wahrscheinlich mit den eigenthümlichen Thätigkeits-Aeusserungen der Nerven räum-

Digitized by Google

liche Veränderungen verbunden, die zwar ebenfalls nicht unmittelbar beobachtet wurden, für deren Daseyn sich aber mehrere Gründe vorbringen lassen. Diese Bewegungen wollen wir näher betrachten.

I. *Durch Muskeln hervorgebrachte Bewegungen.*

§. 433.

Die deutlichsten und kräftigsten Bewegungen vollziehen die Thiere mittelst des Fleisches oder der Muskeln. Diesen liegt, wie früher (§. 123) angegeben wurde, ein Gewebe eigenthümlicher Art, die Muskelfaser, zum Grunde. Die Fasern sind durch Zellstoff zu kleineren, und diese zu grösseren Bündeln zusammengefügt, zwischen denen sich in den meisten Thieren Blutgefässe und Nerven von ansehnlicher Grösse auf das feinste verzweigen. Während des Lebens, so lange die Muskeln ernährt, und mit dem Blutgefäss- und Nerven-System in freier Verbindung stehen, sind sie mit der Eigenschaft begabt, sich bei einwirkenden Einflüssen, welche man Reize nennt, nach dem Laufe und der Anordnung ihrer Fasern zu verkürzen und zusammenzuziehen, und nach Entfernung des Reizes sich wieder auszudehnen und in ihre vorige Lage zurückzukehren.

§. 434.

Die die Muskel-Contraction erregenden Reize bieten ihrer Beschaffenheit nach viele Verschiedenheiten dar. Entweder sind es Nerven-Reize oder im lebenden Nerven-Apparate hervorgebrachte Thätigkeits-Aeusserungen, welche mittelst der in die Zusammensetzung der Muskeln eingehenden Nerven fortgeleitet, sie zur Contraction bestimmen; wie dies bei den von den Thieren willkührlich vollzogenen Bewegungen, der Bewegung der Glieder, Sinnesorgane, Mundtheile, Kau- und Schling-Werkzeuge und der Stimmorgane der Fall ist. Ausserdem gibt es noch andere durch den Nerven-Einfluss veranlasste Bewegungen, die unter den gewöhnlichen Umständen nicht willkührlich, sondern auf eine automatische und rhythmische Weise erfolgen; wie die mit dem Athmen verbundenen Bewegungen, welche die Athmungsmedien in den Respirations-Werkzeugen oder de-

Digitized by Google

ren Umgebung erneuern. Oder Säfte verschiedener Art erregen als Reize die Zusammenziehung hohler und äusserlich mit Muskelschichten belegter Organe. So ist das bei der Ausdehnung der muskulösen Wandungen des Herzens in seine Höhlen aus den Venenstämmen sich ergiessende Blut, der die Contraction hervorrufende Reiz. Die in den Nahrungs-Schlauch abgesonderten Verdauungs-Säfte, der Speichel, der Magen- und Darm-Saft, die Galle, der pankreatische Saft, eine Reizung in der Schleimhaut hervorbringend, bestimmen diese zur Contraction. Der in der Blase sich ansammelnde Urin gibt den Reiz zu ihrer Zusammenziehung ab. Auch von Aussen in hohle mit Muskeln versehene Organe aufgenommene Dinge veranlassen deren Bewegung. Zu diesen Reizen gehören die in den Nahrungs-Kanal gelangten Speisen und Getränke, sowie die in die Lungen und Tracheen eingegangene Luft. Ferner ist das ins Auge dringende Licht zu den äusseren Reizen zu zählen, welches, durch Reizung von Nerven, Bewegungen in der Iris hervorruft; sowie der auf das Paukenfell wirkende Schall, der in dessen Muskelfasern Contractionen erregt.

§. 435.

Legt man an einem lebenden Thiere Muskeln bloss, oder untersucht man solche, welche so eben vom lebenden Körper getrennt sind, so erscheinen ihre parallel neben einander liegenden Bündel gerade. So wie sie aber durch einen Reiz, eine mechanische Berührung, die Einwirkung chemischer Agentien, oder durch die elektrische Strömung in Thätigkeit versetzt werden, ziehen sie sich zusammen. Die Bündel und Fasern der, solide Massen bildenden, an Knochen oder Schalenstücken, oder andern Theilen befestigten Muskeln, verkürzen und schlängeln sich, sie bilden Wellenlinien, und der ganze Muskel erscheint gerunzelt, kürzer, in der Mitte dicker und härter. Hohle Muskeln, wie das Herz und solche, welche membranartige Ausbreitungen darstellen, wie die Muskelhaut des Nahrungsschlauchs und der Urinblase, ziehen sich bei Reizungen nach der Anordnung und dem Laufe der Fasern zusammen, so dass ihre Höhle mehr oder weniger vollständig verengert wird. Wirken die Reize nicht mehr auf Muskeln

Digitized by Google

so erschlaffen sie und dehnen sich aus. Sie werden weich, die Schlängelungen und Krümmungen der Fasern verschwinden, ihre Enden entfernen sich von einander und sie nehmen ihre vorige Lage wieder ein. Hohle Muskeln dehnen sich im Umfange aus. Auch jeder Muskel, der eine Zeit lang durch einen anhaltend wirkenden Reiz in Contraction versetzt wird, erschlafft endlich.

§. 436.

Ob die Muskeln bei der Zusammenziehung, in Folge der Anwendung eines Reizes, ihr Volumen und ihre Dichtigkeit verändern, ist eine Frage, worüber viele Streitigkeiten geführt worden sind. Einige Physiologen wollen hierbei Zunahme des Volumens, andere dagegen Verminderung desselben bei Vermehrung ihrer Cohäsion und specifischen Schwere beobachtet haben. Noch andere läugnen beides und stellen die Behauptung auf, die Muskeln gewönnen bei der Contraction nur so viel an Dicke, als sie an Länge verlören. Bei der ausführlicheren Untersuchung der Lebens-Aeusserungen der Muskeln des Menschen werden wir auf die Prüfung der Versuche, worauf sich jene Meinungen stützen, zurückkommen. Wahrscheinlich ist es, dass mit der Zusammenziehung der Muskeln eine wirkliche Zunahme ihrer Cohäsion verbunden ist, wofür namentlich die Erscheinung spricht, dass in Contraction begriffene Muskeln grössere Lasten zu tragen im Stande sind, ohne zu zerreissen, als todte Muskeln. Mit der Erschlaffung und Ausdehnung von Muskeln scheint dagegen eine Verminderung ihrer Cohäsion einzutreten.

§. 437.

Die Eigenschaft der lebenden Muskeln, sich bei Reizen zusammen zu ziehen, hat Haller nach seinen lehrreichen Versuchen als eine organische Kraft eigener Art unter dem Namen der Muskel-Reizbarkeit *(Irritabilitas)* aufgestellt. Andere Physiologen haben ihr den Namen der Muskel- oder Fleisch-Kraft, oder der Muskel-Contractilität, beigelegt. Ihre Wirkungen sind von allen sonstigen, auf mechanische oder chemische Weise hervorgebrachten Bewegungen verschieden. Oft wurden sie von Physiologen

Digitized by Google

der jatro-mechanischen Schule mit den Wirkungen der Federkraft verwechselt, welche sich durch blosse Rückwirkung in entgegengesetzter Richtung gegen eine mechanische auf einen elastischen Körper wirkende Gewalt äussert und deren Wirkung niemals grösser als der Betrag der Ursache ist, welche sie in Thätigkeit versetzt. Bei der Muskel-Zusammenziehung bemerken wir eine sehr verschiedene Folge von Wirkung. Ist der die Contraction in einem Muskel erregende Reiz mechanischer Art, so ist der Effect bei weitem grösser, als die mechanische Ursache, und es besteht zwischen beiden kein solches physisches Verhältniss, wie wir es bei den Wirkungen elastischer Körper wahrnehmen. Die leiseste Berührung eines Muskels mit der Spitze einer Nadel bringt oft stärkere Zusammenziehung hervor, als eine einwirkende grosse Gewalt. Noch mehr spricht gegen diese Lehre, dass die bedeutendsten Wirkungen in Muskeln hervorgebracht werden, ohne alle mechanische Ursachen, wie dies mit den Nerven-Reizen auf Muskeln der Fall ist, sowie mit den chemischen Reizen.

§. 438.

Was die Verhältnisse und Bedingungen anlangt, unter denen die Muskel-Irritabilität in Thätigkeit versetzt wird, so sind es, soweit bis jetzt die Beobachtungen und Versuche gelehrt haben, folgende:

1) müssen die Muskeln ernährt seyn, was freies Zuströmen des Nahrungssaftes zu ihnen voraussetzt;
2) müssen die Muskeln mit dem Nervensystem verkettet seyn; und
3) müssen die Muskeln ausser ihnen liegende Einwirkungen, Reize, treffen.

§. 439.

Der Zutritt des Nahrungssaftes zu den Muskeln wird bei allen mit einem Blutgefäss-System versehenen Thieren durch Gefässe vermittelt, die sich zahlreich in die Muskeln verzweigen. In Thieren ohne Blutgefässe scheint den Muskeln die Nahrungsflüssigkeit durch den Zellstoff zugeführt zu werden. Die in die Muskeln eingehenden, und das arterielle Blut zuführenden Pulsadern vertheilen sich

Digitized by Google

im Zellstoff zwischen den Fleischbündeln und lösen sich in sehr feine, die Muskelfasern umstrickende Netze auf, deren Verhalten zu den Fasern, ihrer Feinheit wegen, noch nicht erforscht ist. Nur so viel können wir aussagen, dass sich die lebenden Muskeln aus dem zugeführten Blute durch eigene Thätigkeit ernähren, indem sie Bestandtheile desselben anziehen, die sich mit den Muskelfasern verbinden und deren Beschaffenheit annehmen, und dass hierbei das arterielle Blut in venöses verwandelt wird. Die Grösse der Arterien und die Menge des den Muskeln zugeleiteten Bluts stehen mit der Masse der Muskeln, und der Stärke und Dauer der Zusammenziehung bei Reizungen, die sie treffen, im Verhältniss. Venen leiten das in seiner Mischung veränderte Blut aus den Muskeln ab.

Das Zuströmen des arteriellen Bluts ist in so fern für das Fortbestehen der Eigenschaft der Muskeln, sich bei Reizungen zu contrahiren, bedingend, als sie sich aus diesem Blute durch eigene Thätigkeit ernähren, und dadurch in ihrer eigenthümlichen Mischung und Organisation erhalten, was sie zu ihren Kraft-Aeusserungen befähigt. Aus diesem Blute scheint ferner das in der Beschaffenheit der Muskeln wieder hergestellt zu werden, was in ihr durch den Act der Zusammenziehung verändert wurde. Wird der freie Zutritt des arteriellen Bluts zu den Muskeln verhindert, werden ihre Gefässe unterbunden oder durchschnitten, so verlieren sie bald die Eigenschaft sich bei Reizen zu contrahiren, wie die von Stenonis, Haller, Fowler u. a. angestellten Versuche erwiesen haben, und woraus sich die Abhängigkeit jener Eigenschaft von dem Ernährungs-Process aus dem Blute ergibt, der sie reizbar erhält.

§. 440.

Da die Bereitung des zum Fortbestehen der Muskel-Irritabilität nothwendigen arteriellen Bluts von der Aufnahme der Nahrungsmittel, der Absonderung der Verdauungssäfte, der Assimilation der Nahrungsmittel in den Verdauungs-Werkzeugen, der Einsaugung der flüssig gewordenen und verähnlichten Nahrungsstoffe, dem Athmen und dem Blutumlaufe abhängig ist, so haben alle diese Verrichtungen auch einen mittelbaren Antheil an der Erhaltung

Digitized by Google

der vitalen Eigenschaft der Muskeln, sich bei Reizen zu contrahiren. Gebricht es einem Thiere an Nahrungsmitteln und wird folglich kein Speisesaft bereitet und eingesaugt, so nimmt die Menge des Bluts ab, und dies hat geschwächte Ernährung der Muskeln, Verminderung und endliche Erschöpfung ihrer Contractilität zur Folge, wie man bei Thieren bemerkt, die den Hungertod sterben.

Kommen Thiere in Verhältnisse, in denen das Athmen unterbrochen oder aufgehoben wird, sey es durch Zerstörung der Respirations-Organe, oder durch Verschliessung der Athmungswege, oder sey es, dass sie den Athmungsmedien entzogen werden, oder in nicht athmenbare Luftarten gelangen; so hört die Bereitung des arteriellen Bluts auf, und das lebende Contractions-Vermögen ihrer Muskeln erlöscht. Die Muskelstärke und die Ausdauer in den Bewegungen stehen bei den Thieren im genauen Zusammenhange mit der arteriellen Beschaffenheit des Bluts, dem Grade der Ausbildung ihrer Athmungs-Organe, der Menge des Oxygens, welches sie durch das Athmen verzehren, und der Menge des kohlensauren Gases, welches sie exhaliren.

Wird den Thieren das Blut bei Verletzung der grossen Gefäss-Stämme entzogen, oder wird ihnen das Herz ausgeschnitten, oder wird der zur Unterhaltung des Blutumlaufs nothwendige Zusammenhang der Gefäss-Abtheilungen unterbrochen, so wird die Muskelkraft gleichfalls bald getilgt. Ferner wird diese Kraft vernichtet, wenn die zur Erhaltung des Ernährungs-Processes nothwendige eigenthümliche Mischung des Bluts durch Gifte zerstört wird.

So sehen wir also, dass die Contractilität der Muskeln abhängig ist von der Blutbereitung und allen Verrichtungen, die daran einen Antheil haben.

§. 441.

Die Muskeln aller Thiere, in denen bis jetzt ein Nervensystem aufgefunden ist, namentlich der Säugethiere, Vögel, Amphibien, Fische, Krustaceen, Arachniden, Insekten, Mollusken und Ringwürmer erhalten Nerven. Gleiches scheint bei mehreren Eingeweidewürmern und Strahlthieren der Fall zu seyn. Nur bei den Actinien ist es zweifelhaft, ob die in der Haut vorkommenden, den Muskeln ähn-

Digitized by Google

lichen Fasern mit Nerven versorgt werden, da bis jetzt in diesen Thieren kein Nervensystem entdeckt wurde. Die Nerven treten zwischen die Bündel der Muskeln, verzweigen sich hier vielfach und bilden sehr feine Faden, die sich mit den Muskelfasern kreuzen. Die feinsten Reiser scheinen nicht frei zu endigen, sondern in bogenförmigen Verbindungen zusammen zu laufen und Schlingen zu bilden, wie neuerlich Prevost und Dumas mit Hülfe des Mikroscops wahrgenommen haben.

§. 442.

Welcher Antheil den in die Muskeln eingehenden Nerven an den Bewegungen zuzuschreiben sey, und ob sie wesentlich zur Erhaltung ihrer contractilen Eigenschaft beitragen, sind Fragen, worüber heftige Streitigkeiten geführt wurden. Haller und seine Anhänger, Fontana, Metzger, Bichat u. a. sahen jene Eigenschaft, als eine eigenthümliche, den lebenden Muskelfasern inhärirende, von dem Nerven-Einfluss ganz unabhängige Kraft an, die nur in den willkührlich wirkenden Muskeln mittelst der Nerven in Thätigkeit versetzt werde, in so fern diese die Reize zur Contraction zuleiten. Sie stützten ihre Meinung darauf, dass die Muskelkraft in ihren Aeusserungen von denen der lebenden Nerven gänzlich verschieden sey, indem sie in deutlichen und sichtbaren Oscillationen und Bewegungen bestehen, die den Nerven abgehen; ferner dass Muskeln nach Zerstörung des Gehirns und Rückenmarks, oder ausser Verbindung mit dem Nervensystem gesetzt, wie nach Unterbindung und Durchschneidung ihrer Nerven, ja selbst vom Körper getrennt, noch eine Zeit lang fortfahren, bei angebrachten Reizen verschiedener Art, sich zusammen zu ziehen.

Andere Physiologen, Whytt, Monro, Unzer, Prochaska, Legallois u. a., welche die Nervenkraft als das höchste und bedingende Princip des Lebens der Thiere und aller ihrer Bewegungen ansahen, hielten die Muskel-Contractilität für keine besondere, für sich bestehende Kraft, sondern sie sahen sie als eine vom Einflusse des Nerven-Systems abhängige Kraft an, welche den Muskeln durch die Nerven ertheilt werde. Zu dieser Ansicht glaubten sie sich dadurch berechtigt, dass Nerven in die Zusammen-

Digitized by Google

setzung aller, der willkührlich sowohl als der unwillkührlich und automatisch wirkenden Muskeln eingehen; dass Muskeln sich bei blosser Anbringung des Reizes auf die Nerven sich eben so wohl zusammenziehen, als wenn man die Muskeln selbst reizt; dass die Muskel-Contractilität nach Anwendung von narkotischen Stoffen und andern die Nervenkraft tilgenden Giften aufgehoben werde; ferner dass die Muskeln nach Zerstörung des Gehirns und Rückenmarks, sowie nach Unterbindung und Durchschneidung ihrer Nerven bald aufhören, sich bei Reizungen contractil zu zeigen.

§. 443.

In jenem Streite ist man auf beiden Seiten in den Behauptungen zu weit gegangen, und die Wahrheit scheint, soweit die Beobachtungen und Versuche reichen, zwischen jenen entgegengesetzten Meinungen in der Mitte zu liegen. Haller und seine Anhänger irrten darin, dass sie den Muskeln, gegen die Idee des Organismus, in dem alle Thätigkeits-Aeusserungen und Kräfte wechselseitig durch einander bedingt sind, eine von dem Einflusse des Nervensystems ganz unabhängige Kraft zuschrieben. Die Gegner aber begingen den Irrthum, dass sie eine den Muskeln zukommende besondere Kraft, sich bei Reizen zu contrahiren, läugneten, auf den Antheil der Nervenkraft an den Aeusserungen der Muskel-Contractilität ein zu grosses Gewicht legten, und eine blosse Bedingung für die Contraction der Muskeln als die Ursache derselben ansahen.

Die Eigenschaft der Muskelfasern, sich zusammenzuziehen, müssen wir mit Haller allerdings für eine denselben inhärirende Kraft eigenthümlicher Art halten, deren Bestehen aber von den Vorgängen des Ernährens und dem Nerven-Einflusse abhängig ist, wie Gautier, Scarpa, Hildebrandt, Pfaff u. a. darzuthun gesucht haben. Da Nerven in die Zusammensetzung aller, sowohl der willkührlich als unwillkührlich wirkenden, Muskeln eingehen, so lässt sich schon daraus folgern, dass die Nerven nicht bloss, wie in den dem Willen unterworfenen Muskeln, die Reize zur Erregung der Contraction zuleiten, sondern dass sie noch eine wesentliche Bedingung für ihre Lebens-Aeusserungen

Digitized by Google

selbst abgeben müssen. Diese besteht wohl eines Theils darin, dass die in den Muskeln sich verzweigenden Nerven denselben die Fähigkeit ertheilen, durch Reize afficirt zu werden, sich für Reize empfänglich zu zeigen, oder dass die die Muskeln treffenden und sie zur Contraction bestimmenden Reize zunächst auf ihre Nerven wirken, und erst mittelst einer Action dieser die Contraction der Muskelfasern hervorrufen. Andern Theils haben die Nerven vielleicht auch einen wesentlichen Antheil an den Vorgängen des Ernährungs-Geschäfts der Muskeln aus dem arteriellen Blute, und dadurch werden sie eine nothwendige Bedingung für die Erhaltung der Muskel-Contractilität.

Für ersteren Antheil der Nerven an der Erregung der Zusammenziehung der Muskeln lässt sich anführen, dass die Reize bei der unmittelbaren Anbringung an die in die Muskeln sich verzweigenden Nerven Zuckungen ebensowohl, ja meistens noch lebhafter bewirken, als wenn sie an die Muskeln selbst angebracht werden. In diesem letzteren Falle scheint die Wirkung der Nerven ebenfalls nicht ausgeschlossen werden zu können, weil sie sich auf das feinste in die Muskel-Substanz verzweigen und folglich ebenfalls von dem auf den entblössten Muskeln wirkenden Reiz afficirt werden müssen. Da ein die Oberfläche eines Muskels treffender Reiz, oft nur die leiseste Berührung mit einer Nadel, die schnelle Zusammenziehung aller Bündel und Fasern hervorbringt, diese aber blos neben einander liegen und in keiner Continuität stehen, sondern nur durch die Nerven und Blutgefässe verbunden sind, so ist es wahrscheinlich, dass die schnelle Verbreitung des Reizes mittelst der Nerven erfolgt. Ferner wirken die in unwillkührlichen Muskeln Contractionen erregenden Reize, die Säfte, nicht unmittelbar auf die Muskel-Substanz selbst, sondern nur zunächst auf eine Haut, welche die hohlen Muskeln im Inneren überzieht. Im Herzen ist es die, das Blutgefäss-System auskleidende Haut, im Darmkanal, in der Harnblase und in anderen hohlen Organen ist es eine Schleimhaut. Es ist daher zu vermuthen, dass die Wirkung der Säfte-Reize auf die Muskelfasern zunächst durch die lebenden Nervenfasern jener Häute vermittelt ist, und dass erstere in diesen eine Veränderung hervorbringen, welche

Digitized by Google

die Contraction der Muskeln zur Folge hat. Endlich lässt sich zu Gunsten dieser Meinung anführen, dass narkotische Stoffe und viele andere Gifte, welche die Nervenkraft tilgen, auch die Eigenschaft der Muskeln sich bei Reizen zu contrahiren aufheben, wenn die blossgelegten Nerven allein in jene Flüssigkeiten getaucht werden.

Diesemnach ist es also wahrscheinlich, dass die Reize, welche in Muskeln Contractionen hervorbringen, zunächst auf die Nerven wirken, und dass eine Veränderung in diesen den Bewegungen oder Zuckungen der Muskelfasern vorangeht, oder dass die Nerven den Muskeln die Empfänglichkeit für Reize ertheilen, und die Reize mittelst der Nerven wirken. Obgleich also die contractilen Muskelfasern zu ihren Kraft-Aeusserungen des Nerven-Einflusses zu bedürfen scheinen, so kann man ihnen aber deswegen eine eigene Kraft, sich zu contrahiren, nicht absprechen, und die Contraction für blosse Wirkung der Nervenkraft halten; denn die lebenden Nerven können ihnen nicht eine Kraft mittheilen, die sie selbst nicht haben.

Für die Meinung, dass die Nerven vielleicht auch noch dadurch zu der Erhaltung der Contractilität der Muskeln beitragen, dass sie die Ernährung der Muskeln aus dem arteriellen Blute mitbedingen, lässt sich anführen, dass Muskeln, deren Nerven durchschnitten sind, bald welk werden, der Masse nach abnehmen, und dass zugleich hiermit ihre contractilen Aeusserungen geschwächt werden.

Auf diesen Streit werden wir späterhin bei der Abhandlung der Muskel-Contractilität des Menschen zurückkommen, und die von beiden Seiten vorgebrachten Gründe und Gegengründe ausführlicher erörtern.

§. 444.

Obgleich die Andauer und das Fortbestehen der Eigenschaft der Muskeln, sich bei Reizen zu contrahiren, von ihrer Verbindung mit dem Blutgefäss-System und dem freien Zuströmen des arteriellen Bluts, so wie von ihrer Verkettung mit dem Nervensystem und dem Nerven-Einflusse abhängig ist; so nimmt man dennoch wahr, dass jene Eigenschaft, wiewohl geschwächt, auch selbst noch eine

Digitized by Google

Zeit lang in Muskeln besteht, die von dem Körper eines Thieres getrennt sind. Das ausgeschnittene Herz, Stücke des Darmkanals und einzelne Muskeln ziehen sich bei Reizen verschiedener Art zusammen. Dies erfolgt sowohl, wenn man die Muskeln unmittelbar reizt, als wenn man die Reize auf ihre blossgelegten Nerven anbringt.

Zu solchen Reizen gehören:

1) Mechanisches Berühren eines Muskels oder seiner Nerven mit der Spitze einer Nadel oder eines Skalpells, ebenso Stechen oder Kneipen.

2) Befeuchtet man einen Muskel oder seinen Nerven mit Alkohol, Naphten, Säuren, Alkalien, Salzen, Metallkalken, oder verschiedenen anderen vegetabilischen oder animalischen Materien, so contrahirt er sich.

3) Selbst die mit einem eben entblössten Muskel in Berührung kommende Luft bringt oft Oscillationen hervor.

4) Wärme auf Muskeln oder ihre Nerven einwirkend reizt sie gleichfalls zur Contraction.

5) Gehört die Elektricität, sowohl die Reibungs- als Contact-Elektricität, zu den mächtigsten Reizen, welche Muskeln in Thätigkeit versetzen. Lässt man das elektrische Fluidum mittelst eines Drahts auf einen Muskel oder seinen entblössten Nerven ausströmen, oder lässt man einen elektrischen Funken auf sie übertreten, so zieht sich der Muskel plötzlich zusammen. Bringt man beide Pole einer galvanischen Säule mit zwei verschiedenen Stellen eines Muskels, oder mit der Muskelsubstanz und ihren Nerven unmittelbar, oder mittelst eines leitenden Körpers in Verbindung, so treten starke Contractionen ein. **Die Elektricität reizt meistens Muskeln zur Zusammenziehung, wenn andere Reize aufgehört haben eine Wirkung hervorzubringen.**

§. 445.

Die Dauer des lebenden Contractions-Vermögens der vom Körper getrennten Muskeln ist nach den Thier-Klassen und den Muskeln selbst verschieden. Es erlöscht früher bei den warmblütigen Thieren, den Säugethieren und Vögeln, als bei den sogenannten kaltblütigen, den Amphibien,

Digitized by Google

Fischen, Krebsen, Insekten, Mollusken und Würmern, bei denen es oft mehrere Stunden lang andauert. Unter den Muskeln eines Thieres besteht die Contractilität meistens länger in dem Herzen, dem Darmkanal, dem Zwerchmuskel als in den an das Gerippe befestigenden Muskeln. Die Dauer der Contractilität ist ferner verschieden nach dem Alter und den Lebens-Zuständen der Thiere, sowie nach den Jahreszeiten, den Temperatur-Verhältnissen und vielen andern Einflüssen, welche auf die Thiere wirkten und ihre vitalen Verhältnisse veränderten. Die Muskeln junger Thiere ziehen sich bei Reizen längere Zeit zusammen als die alter. Durch Hunger entkräftete Thiere verlieren die contractile Eigenschaft früher als solche, welche gut genährt sind und sich in voller Kraft befinden. Sind Thiere in nicht athmenbaren Gasarten erstickt, im kohlensauren Gas, Wasserstoffgas, Stickgas, Kohlenoxydgas, Schwefeldämpfen u. s. w., so ziehen sich ihre Muskeln bei Reizen nur schwach oder gar nicht zusammen. Manche Gifte ferner tilgen die Muskel-Contractilität gänzlich. Auch durch viele auf ausgeschnittene Muskeln selbst wirkende Einflüsse wird die Dauer ihrer Contractilität verändert. In mässig warmer Luft besteht sie längere Zeit als in sehr warmer oder kalter. In der athmosphärischen Luft und im Sauerstoffgas bleiben Muskeln länger contractil als in irrespirabelen Gasarten. Aetzende Alkalien, concentrirte Säuren, narkotische Stoffe, starke elektrische Entladungen auf die Muskeln oder ihre Nerven angewendet, tilgen die Eigenschaft der Muskeln, sich bei Reizen zu contrahiren, sehr schnell. So ist also die Dauer der Muskel-Contractilität nach mancherlei Umständen höchst verschieden.

§. 446.

Jene vitalen Erscheinungen der vom Körper getrennten Muskeln müssen als Wirkungen des noch für eine kurze Zeit bestehenden, eigenthümlichen Zustandes ihrer Organisation und Mischung angesehen werden, in denen die Muskel-Contractilität begründet ist. Haller und seine Schüler haben sie als die Hauptbeweise zu Gunsten ihrer Lehre, dass die Muskeln mit einer eigenthümlichen, vom übrigen Körper und vom Nervensystem unabhängigen Kraft begabt

Digitized by Google

seyen, angeführt. Sie gingen hierbei von der willkührlichen, durchaus nicht erwiesenen Annahme aus, dass Nerven, welche ausser Verbindung mit dem ganzen Nervensystem, und namentlich mit dem Gehirn und Rückenmark, gesetzt sind, sogleich ihre vitale Eigenschaft, sich für Reize empfänglich zu zeigen, verlieren. Es ist jedoch wahrscheinlich, dass die in die Zusammensetzung der Muskeln eingehenden Nerven eben so wohl noch eine Zeit lang Reiz-Empfänglichkeit behalten, wie die Muskelfasern Contractilität, und dass auch in Muskeln, die vom Körper getrennt sind, die Reize mittelst der Nerven auf die Muskelfasern wirken und durch sie zur Contraction bestimmt werden. Auf das Fortbestehen der Reiz-Empfänglichkeit in den durchschnittenen und vom Körper getrennten Nerven, welche sich in den Muskeln verzweigen, sind wir zu schliessen berechtigt, weil die blosse mechanische Berührung der Nerven und ihre Reizung durch chemische Agentien schon hinreichend ist, Zuckungen in den Muskeln zu erregen. Ferner lässt sich die Wirkung der die Nervenkraft tilgenden narkotischen Substanzen und vieler Gifte anführen. Taucht man die entblössten Nerven der von einem lebenden Thiere getrennten und sehr irritabelen Muskeln in eine Auflösung von Opium oder in Blausäure, so lassen sich die Zuckungen durch keine unmittelbar an die Muskeln angebrachten Reize länger erregen. Wir müssen daher annehmen, dass die Zuckungen, die wir bei Reizungen an Muskeln wahrnehmen, die vom Körper getrennt sind, sowohl durch die noch eine Zeit lang fortbestehende Contractilität der Muskelfasern, als die Reiz-Empfänglichkeit der in die Muskeln sich verzweigenden Nerven bedingt ist.

§. 447.

Die weitere Untersuchung der Muskel-Bewegung führt zu folgenden Fragen: worin ist die Eigenschaft der Muskeln, sich bei Reizen zu contrahiren, begründet, oder was ist die Ursache der Muskel-Contractilität, welche innere Veränderungen gehen in den Muskeln bei ihrer Zusammenziehung vor, und wie wirken die Reize hierbei? Ohnerachtet vielfacher Bemühungen ausgezeichneter Physiologen

Digitized by Google

und zahlreich aufgestellter Hypothesen sind jene Fragen noch nicht gelöst. Es kann hier, wo wir von den Lebens-Aeusserungen der Muskeln nur in den allgemeinsten Umrissen handeln, nicht unsere Absicht seyn, jene Hypothesen aufzuführen und sie einer Prüfung zu unterwerfen, was bei der Lehre von der Muskel-Contractilität des Menschen geschehen soll. Wir beschränken uns auf die Angabe derjenigen Meinung, zu deren Gunsten sich die meisten Thatsachen anführen lassen, und die wir für die wahrscheinlichste halten.

Die Eigenschaft der Muskeln, sich bei Reizen zusammenzuziehen, ist wohl zunächst in der eigenthümlichen materiellen Beschaffenheit, der Mischung und Organisation, der lebenden Muskelfasern begründet, in der sie sich im Zusammenhange mit dem übrigen Körper durch die Vorgänge der Ernährung erhalten. Für die zwischen der materiellen Beschaffenheit der Muskeln und ihrer contractilen Eigenschaft obwaltenden genauen Beziehung lässt sich anführen, dass alle Einflüsse, welche ihre Mischung und Organisation ändern, auch Veränderungen in den Wirkungen der Contractilität hervorbringen.

Jede Contraction eines Muskels setzt einen Reiz voraus, der zunächst eine Thätigkeits-Aeusserung in seinem Nerven hervorzubringen scheint, und eine Veränderung in der lebenden Muskel-Substanz bewirkt, welche Zusammenziehung zur Folge hat. Die einzige richtige Vorstellung, die wir uns bei dem gegenwärtigen Zustande der Kenntnisse über die Lebens-Aeusserungen der Muskeln machen können, ist, dass mit der in dem gereizten Muskel vorgehenden Veränderung eine Annäherung oder Anziehnng der die Muskelfasern constituirenden Theilchen verbunden ist, welche von allen sonstigen Arten der Attraction, wie sie sich an unorganischen und leblosen Materien äussern, in ihren Erscheinungen und Ursachen verschieden ist. Die grosse Gewalt, mit der sich gereizte Muskeln zusammenziehen und die Grösse der Last, welche sie hierbei zu heben im Stande sind, während sie nach dem Tode durch eine geringe Last leicht zerrissen werden, machen es wahrscheinlich, dass die Verkürzung der Fasern im Augenblicke ihrer Thätigkeit die Folge eines vermehrten Zusammen-

Digitized by Google

hangs, einer grösseren Dichtigkeit und Anziehung der sie constituirenden Theilchen ist.

Obgleich es erwiesen ist, dass das Nervensystem die Reize zur Erregung der Contraction der willkührlichen Muskeln hervorbringt, und Gründe der Wahrscheinlichkeit vorhanden sind, dass auch die Reize für die unwillkührlichen Muskeln mittelst der Nerven wirken; so ist doch nicht ausgemittelt, wie oder durch welches Agens die Nerven die Muskelfasern verändern und die Zuckungen hervorbringen. Ob sie bei der Einwirkung der Nerven dadurch in ihrer Beschaffenheit verändert werden, dass die Nerven irgend einen eigenthümlichen Stoff, ponderabeler oder imponderabeler Art, an die Muskelfasern absetzen, oder ob die Contraction zur Folge habende Veränderung erst durch eine Wechselwirkung der Nerven mit der ernährten Muskelsubstanz entsteht, ist gänzlich unbekannt. Wahrscheinlich ist es, dass die Nerven ein imponderabeles Agens an die Muskelsubstanz abgeben, oder dass vielleicht eine Art von elektrischer Entladung der Nerven auf die Muskeln statt hat, wodurch die zur Contraction nothwendige Veränderung hervorgebracht wird. Ebensowenig wie die Wirkungsart der Nerven auf die Muskeln erforscht ist, sind die Veränderungen bekannt, die in den in Zusammenziehung begriffenen Muskeln vorgehen. Es lässt sich vermuthen, dass entweder der den Muskelfasern zum Grunde liegende Faserstoff mittelst des Nerven-Einflusses in den Zustand einer stärkeren Verdichtung versetzt wird, oder dass vielleicht eine gerinnbare Materie, Eyweiss-Stoff, aus dem Blute in die Muskelfasern übergeht, die den Zustand der Gerinnung annimmt. Hiefür lässt sich anführen, dass das Blut bei der Gerinnung Erscheinungen der Annäherung und Verdichtung seiner gerinnbaren Bestandtheile darbietet, und dass viele die Gerinnung des Bluts bewirkenden Einflüsse den Reizen ähnlich sind, welche in lebenden Muskeln Contractionen hervorbringen. Da aber Muskeln, die in Contraction begriffen sind, nach Entfernung des Reizes wieder in den Zustand der Ausdehnung zurückkehren, so muss in denselben auch wieder eine Veränderung in ihrem materiellen Substrat vor sich gehen, welche der die Zuckung bewirkenden Veränderung entgegengesetzt ist, und

Digitized by Google

den durch den Reiz hervorgebrachten Zustand der Zusammenziehung wieder aufhebt. Ueber diesen Punkt ist jedoch noch dichtes Dunkel verbreitet.

§. 448.

Aus dieser Untersuchung erhellet, dass wir durch das Wort Muskelkraft, die in der eigenthümlichen materiellen Beschaffenheit der ernährten und lebenden Muskeln begründete unbekannte Ursache für bekannte Erscheinungen bezeichnen. Ihr Fortbestehen ist abhängig von den Vorgängen des Ernährungs-Processes, durch welche sich die Muskeln aus der Nahrungs-Flüssigkeit in ihrer Mischung und Organisation erhalten, sowie von dem Nerven-Einfluss, der ihnen die Fähigkeit ertheilt, durch Reize verändert und in Bewegung versetzt zu werden.

§. 449.

Bei weitem die meisten Bewegungen der Thiere, sowohl die des gesammten Körpers und der einzelnen Glieder, als auch die der inneren Organe und der in Höhlen enthaltenen Säfte werden durch Muskeln hervorgebracht. Obgleich sie sich hierbei zusammenziehen und verkürzen, so ist doch der die Bewegung bedingende Mechanismus nach ihrer Beschaffenheit, Gestaltung und Anlagerung verschieden. Die dichte Massen darstellenden Muskeln, deren Bündel in geraden Linien neben- und übereinander gelagert sind, stehen meistens mit festen Theilen in Verbindung, die auf verschiedene Weise geformt, gleich Hebeln beweglich zusammengefügt sind. Entweder sind die Muskeln äusserlich an dieselben angelagert, wie dies bei den Knochen der Säugethiere, Vögel, Amphibien und Fischen der Fall ist. Oder sie liegen, wie bei den Krebsen und Insekten, innerhalb gegliederter hohler kalk- oder horn-artiger Theile. Oder sie inseriren sich an erdige Schalen, wie bei den zwei- und mehr-schaligen Weichthieren. An diesen Muskeln unterscheidet man den Ursprung, den mittleren Theil und das Ende. Ersterer und letzteres sind immer an zwei oder mehrere verschiedene Knochen, oder kalk- oder horn-artige Theile befestigt, während der mittlere Theil eine oder mehrere Gelenk-Verbindungen überschreitet. Wird ein solcher Muskel durch einen Willens-Reiz mittelst sei-

Digitized by Google

nes Nervens in Contraction versetzt, so nähern sich Ursprung und Ende einander, und die beweglichen Theile, an die sie befestigt sind, werden, wenn sie gleiche Massen oder Lasten darstellen, gegeneinander bewegt. Ist aber der Theil, von welchem ein Muskel seinen Ursprung nimmt, fest und unbeweglich, oder hat er eine grössere Masse als der Theil, an dem er sich endigt, so wird letzterer als die kleinere bewegliche Last gegen die grössere unbewegliche oder weniger bewegliche Last bei der Contraction des Muskels bewegt. In diesem Falle wird der Theil, von welchem der Muskel entspringt, der feste Punkt genannt, und der Theil, an dem er sich endigt, heisst der bewegliche Punkt.

Andere Muskeln nehmen ihren Ursprung von festen Theilen oder Knochen und inseriren sich an weiche und bewegliche Theile, wie die Muskeln der Lippen, des Gaumensegels, des Schlundkopfs, der Zunge, der äusseren Nase, des äusseren Ohrs, des Augapfels und die Muskeln der Begattungs-Organe. Werden solche Muskeln in Thätigkeit versetzt, so werden die beweglichen weichen Theile gegen die unbeweglichen starren Theile bewegt.

Alle jene Muskeln sind im Gegensatz oder Antagonismus angelagert, das heisst, findet sich ein Muskel, welcher bei seiner Contraction die Bewegung eines Glieds oder Theils in der einen Richtung bewirkt, so ist ein anderer vorhanden, der bei seiner Zusammenziehung das Glied in einer entgegengesetzten Richtung bewegt. Die im Antagonismus angelagerten Muskeln verhalten sich bei der Bewegung hinsichtlich ihrer Thätigkeit auf entgegengesetzte Weise. Ist ein Muskel durch einen Willens-Reiz in Contraction versetzt, so ist sein Antagonist erschlafft und ausgedehnt. Die Bewegungen der Thiere und ihrer Glieder bieten eine um so grössere Mannigfaltigkeit, Verschiedenartigkeit und Combination dar, je grösser die Zahl ihrer verschiedenartigen Gelenk-Verbindungen ist, je beweglicher diese in verschiedenen Richtungen nach der Form der Gelenke sind, und je grösser die Anzahl der im Antagonismus stehenden Muskeln ist.

Auf eine andere Weise werden die Bewegungen durch die hohlen und über die innere Haut des Blutgefäss-Systems

Digitized by Google

und die Schleimhäute ausgebreiteten Muskeln hervorgebracht, die entweder wie das Herz aus mehreren Schichten von Fleischfasern bestehen, welche sich der Länge und Quere nach, so wie in schräger Richtung hinziehen und verflechten; oder aus einer Lage von Längen- und kreisförmigen Fasern zusammengesetzt sind, wie die Muskelhaut des Nahrungsschlauchs, der Harnblase, der Eyerleiter und der Samen-Behälter. Werden diese Muskeln in Thätigkeit versetzt, so erfolgen die Contractionen nach allen Richtungen der vorkommenden Fasern, und das hohle Organ wird verkürzt und im Querdurchmesser verengert. Eine Folge dieser Zusammenziehung ist, dass der innere Raum verschwindet, und die ihre Höhle ausfüllende Flüssigkeit, oder ihr sonstiger Inhalt, ausgetrieben wird. Sind diese ausgestossen und ist damit der die Contraction veranlassende Reiz entfernt, so kehren die Muskelschichten in den Zustand der Ausdehnung zurück, wobei sich ihre Höhle wieder von neuem mit Flüssigkeiten füllt. Diese Muskeln zeigen in ihrer Anordnung keinen solchen Antagonismus, wie die durch Willensreize in Thätigkeit versetzten Muskeln.

§. 450.

Wir haben endlich noch die Wichtigkeit der durch Muskeln vollzogenen Bewegungen für die thierische Oekonomie anzudeuten, und darzuthun, in wie fern das Fortbestehen des Lebens der Thiere von der Muskel-Bewegung abhängig ist. Die im werdenden Thiere durch die Bildungskraft in einer gewissen Reihenfolge hervorgebrachten und mit einem lebenden Contractions-Vermögen eigener Art begabten muskulösen Gebilde üben durch die Bewegungen, welche sie vollziehen, einen nothwendigen Einfluss auf die Erhaltung des Lebens aus. Zuvörderst sind sie wichtig für die Ernährungs-Verrichtungen, die Verdauung, das Athmen, den Blutumlauf, die Ernährung selbst und die Absonderung der Säfte. Mittelst der an den Mund und die Kiefer angelagerten Muskeln ergreifen die Thiere ihre Nahrungsmittel und zerstücken dieselben, wenn sie feste Massen darstellen. Muskeln sind es, welche das Verschlucken und die Fortbewegung der Nahrungsmittel in den Nahrungs-Schlauch zu Stande bringen. Der im Nervensystem sich äussernde Nah-

Digitized by Google

rungstrieb ertheilt ursprünglich den Impuls zu diesen Bewegungen, wiewohl sie späterhin auch willkührlich hervorgebracht werden können. Die in den Nahrungskanal gelangten Speisen geben die Reize für die Absonderung der Verdauungs-Säfte ab, und erregen die wurmförmige Bewegung des Magens und Darmkanals, wodurch sie mit den auflösend wirkenden Verdauungs-Säften vermischt an der einsaugenden Fläche des Nahrungsschlauchs hinbewegt werden. Durch Muskeln ferner werden die unverdaulichen Speisereste als Excremente ausgestossen. So ist also die Verdauung und Chylus-Bereitung, diese zur Erhaltung des Lebens nothwendige Verrichtung, von der Muskel-Bewegung abhängig. Die Umwandlung des aus dem Darmkanal aufgesaugten Milchsaftes in Blut setzt das Athmen voraus. Mit diesem sind bei den meisten Thieren durch Muskeln vollzogene Bewegungen verbunden, wodurch die Athmungs-Medien in den Lungen und Tracheen, sowie in der Umgebung der Kiemen erneuert werden. Der die Muskeln der Athmungs-Organe in Thätigkeit versetzende Reiz wird auf eine automatische Weise in dem Nervensystem erzeugt. Doch können die Thiere auch willkührlich die Athmungs-Bewegungen nach ihren Bedürfnissen beschleunigen oder langsamer machen. Da das Athmen, dieser nothwendige Vorgang zur Erhaltung des Lebens, bei den meisten Thieren mit Muskel-Bewegungen verbunden ist, so zeigt sich das Bestehen des Lebens also auch von dieser Seite durch solche Bewegungen bedingt.

Die Bewegung des Bluts in den Abtheilungen des Gefäss-Systems wird bei allen mit einem Herzen versehenen Thieren vorzüglich durch die Contraction und Expansion seiner muskulösen Wandungen zu Stande gebracht. Die Höhlen des Herzens empfangen bei ihrer Ausdehnung Blut aus den Venenstämmen und werden durch dieses zur Zusammenziehung gereizt, wodurch das Blut in die Arterien bewegt wird. Das Herz, während des Lebens in fortdauernden rhythmischen Bewegungen begriffen, bedingt die Erhaltung des Lebens, in so fern es zu allen Organen die zu den Vorgängen der Ernährung nothwendige Flüssigkeit bewegt, aus der sie sich in ihrer Mischung, Organisation und ihren vitalen Eigenschaften erhalten. Auch die Absonde-

Digitized by Google

rung der Säfte aus dem Blute in den Secretions-Organen setzt den Zutritt des Bluts zu ihnen, durch die Bewegungen des Herzens vermittelt, voraus. Ausserdem wird durch das Herz das mit dem Chylus und der Lymphe vermischte Venen-Blut von Neuem in die Athmungs-Werkzeuge geleitet, um in den Nahrungs-Saft umgewandelt zu werden. So ist das Fortbestehen des Lebens der Thiere von den Bewegungen des muskulösen Herzens abhängig.

Es erhellet hieraus der unumgänglich nothwendige Antheil, den die Muskel-Bewegung an der Erhaltung des Lebens der mit Muskeln versehenen Thiere hat, in wie fern ohne diese die Ernährungs-Verrichtungen nicht statt haben können.

§. 451.

Die Thiere bewegen sich ferner eigenmächtig und frei in den Medien, die sie bewohnen. Selbst die auf dem Boden des Meeres an Felsen und andern Gegenständen befestigten Austern, Lepaden und Balanen, denen zwar die Locomotivität abgeht, können doch Bewegungen ihres Körpers in mancherlei Richtungen vornehmen, welche sie durch eigene Thätigkeit hervorbringen und aufheben. Eben aus solchen Bewegungen pflegen wir zu entnehmen, dass ein organischer Körper ein Thier ist. Die grösste Anzahl der Thiere ist mit besonderen Werkzeugen zur Bewegung versehen, die in Muskeln bestehen, welche entweder an die allgemeinen Bedeckungen, die Haut, befestigt sind, wie bei manchen Medusen, Strahlthieren, Eingeweidewürmern, den geringelten Würmern und den meisten Mollusken; oder die sich an die mit der Haut verschmolzenen und gegliederten horn- oder kalk-artigen Schalen inseriren, wie bei den Insekten, Spinnen und Krebsen; oder die endlich an die im Innern des Körpers liegenden und beweglich in Gelenken zusammengefügten Knochen angelagert sind, wie bei den Fischen, Amphibien, Vögeln und Säugethieren. Der Bau der Bewegungs-Organe zeigt, bei den verschiedenen Klassen, Ordnungen, Gattungen und Arten, wie die vergleichende Anatomie lehrt, eine grosse Mannigfaltigkeit und Combination in seiner Anordnung, und der mit der Bewegung verbundene Mechanismus entspricht auf eine be-

Digitized by Google

wunderungswürdige Weise der physischen Beschaffenheit der Medien, in denen sich die Thiere aufhalten. Auch hier ist es die Bildungskraft, welche die Bewegungs-Organe in den verschiedenen Thieren in ihrer zweckmässigen Anordnung hervorbringt und sie in dieser erhält.

Jede Art der von den Thieren ausgeübten Bewegungen, das Stehen, Gehen, Laufen, Springen, Kriechen, Klettern, Graben, Fliegen und Schwimmen, setzt einen besonderen Bau und eine eigene mechanische Anordnung der Bewegungs-Werkzeuge voraus, deren Wirkungen Borelli, Mayow, Barthez u. a. einer genauern Untersuchung und der mathematischen Berechnung unterworfen haben. Jene Bewegungen, deren Analyse ausser dem Zwecke dieser allgemeinen Betrachtungen liegt, sind für die Erhaltung des Lebens der Thiere von der grössten Wichtigkeit. Durch sie verschaffen sie sich die nothwendigen Bedingungen zu ihrer Fortdauer, sie suchen die Nahrungsmittel auf und bemächtigen sich derselben. Durch sie erhalten sie sich in Verhältnissen, welche die Fortsetzung des Lebens möglich machen, indem sie Einflüsse und Eindrücke fliehen, die ihr Nervensystem auf eine unangenehme und schmerzhafte Weise afficiren, oder ihr Leben gefährden, indem sie Widerstand gegen die Angriffe ihrer Feinde und Verfolger leisten, und indem sie Verhältnisse suchen, die ihrem Daseyn förderlich sind. Mittelst Bewegungen wirken die Thiere auf die Aussenwelt zurück und verändern sie nach ihren Bedürfnissen.

Ausserdem kommen durch Muskeln vollzogene Bewegungen an den Sinnes-Organen der meisten Thiere vor, die sich auf die Aufnahme der Sinnes-Eindrücke oder deren Ausschliessung und Abwehrung beziehen. Ferner sind viele Thiere in den Stand gesetzt, durch Bewegungen mittelst Muskeln, Veränderungen in der Luft beim Ausathmen hervorzubringen, wodurch verschiedene Töne entstehen, deren sie sich zur wechselseitigen Mittheilung ihrer Gefühle und psychischen Zustände bedienen.

§. 452.

Alle jene Bewegungen sind in vielfacher Hinsicht für die Erhaltung des Lebens der Einzelwesen wichtig. Es

Digitized by Google

gibt aber noch andere Bewegungen, durch Muskeln vollzogen, die für das Forbestehen der Arten unumgänglich nothwendig sind. Zu diesen gehören die mit den Geschlechts-Verrichtungen verbundenen Bewegungen. Bei allen Thieren, in denen die Geschlechts-Organe an verschiedenen Individuen vertheilt sind, ist zur Vollziehung des Zeugungs-Actes Annäherung der Einzelwesen nothwendig, was Ortsbewegung voraussetzt. Durch Bewegungen müssen die Organe der Begattung mit einander in Berührung kommen. Bewegungen sind es, welche bei dem Acte der Begattung in den Zeugungstheilen diejenigen Veränderungen veranlassen, in deren Folge sich die Zeugungs-Flüssigkeiten aus ihren Behältern entleeren. Der Erguss des Samens aus den Samen-Kanälen und Blasen, die Fortleitung der von den Eyerstöcken sich trennenden Eyer durch die Eyerleiter, das Eyerlegen und Gebähren werden durch die Bewegungen von Muskeln bewirkt. Auch die zur Aufnahme der Eyer von den Thieren verfertigten Behälter, die Nester, die Gebäude und mancherlei Gespinnste, die zur Zeitigung der Keime nothwendig sind, werden durch Muskel-Bewegungen zu Stande gebracht.

II. *Durch den Zellstoff und andere Gebilde hervorgebrachte Bewegungen.*

§. 453.

Nicht alle Bewegungen der Thiere werden durch Muskeln hervorgebracht. Viele Thiere gibt es, welche aus blossem Schleim- oder Zell-Stoff bestehen, in denen man mit Hülfe des Mikroscops weder Muskelfasern, noch sonstige diesen ähnliche Fasern zu erkennen im Stande ist, und die sich dennoch bewegen. Dahin gehören die Infusorien, Polypen, die meisten Quallen und einige Eingeweidewürmer. Auch in den zusammengesetzteren Thieren kommen Bewegungen am Schleimstoff und den aus demselben gebildeten Häuten, sowie an verschiedenen anderen nicht muskulösen Gebilden vor. Führen wir zunächst die Bewegungen der gallertartigen Thiere an, und wenden wir wir uns alsdann zu den Bewegungen derjenigen Gebilde der höheren Thiere, welche nicht muskulöser Natur sind.

Digitized by Google

§. 454.

Die einfachsten Infusorien, die Punktthiere *(Monas termo, atomus, punctum)*, blosse rundliche Kügelchen darstellend, bewegen sich lebhaft im Wasser nach verschiedenen Richtungen. Wrisberg [1], O. F. Mueller [2], Spallanzani [3], Schranck [4] u. a. haben dabei weder eine Veränderung ihrer Gestalt, noch Zusammenziehung und Ausdehnung ihrer Substanz wahrgenommen. Auch die Kugelthiere *(Volvox globator, punctum, conflictor, granulum, socialis, globulus* u. a.*)* üben mancherlei Bewegungen aus, sie schwimmen, drehen sich um ihre Achse, überschlagen sich und weichen einander aus. Contractionen und Expansionen hat man an ihnen nicht beobachtet, wohl aber sah Mueller [5] die kleinen Kügelchen, aus denen sie zusammengesetzt sind, in Bewegung begriffen.

Die platten Infusorien, die Rundthierchen *(Cyclidium)*, Langhautthierchen *(Paramaecium)*, Busenthierchen *(Colpoda)* und Eckthierchen *(Gonium)*, bewegen sich meistens langsam kriechend in gerader Richtung; wobei sie sich bald auf die eine, bald auf die andere Seite wenden, sich ausstrecken und verkürzen, und womit Veränderungen in ihrer Gestaltung verbunden sind. Am auffallendsten nimmt man dies an denjenigen Infusorien wahr, welche Mueller [6] zur Gattung *Proteus* zählt, die bald rundlich, bald eckig oder winkelig erscheinen. Hier scheinen Contractionen und Expansionen an den verschiedenen Theilen des Körpers statt zu finden. Die walzen- und faden-förmigen Aufgussthiere kriechen entweder auf dem Boden des Wassers durch abwechselnde Zusammenziehung und Ausdehnung ihres Körpers, wie die Walzenthierchen *(Enchelis gliscens, deses, punctifera)* und einige Streckthierchen *(Vibrio vermicularis, truncatus, tripunctatus)*; oder sie schwimmen mittelst Schlängelung und Streckung ihres Körpers, wobei sie sich durch das Wasser schnellen, wie die Langhalsthierchen *(Trachelius)* und mehrere Streckthierchen *(Vibrio lineola, fluviatilis, serpentulus, aceti)*. Die Bewegungen der platten und walzenförmigen Infusorien kommen nach Nitsch's [7] Beobachtungen zugleich an den Schwanzthierchen *(Cercaria inquieta, lemna, ephemera, minuta)* vor. Mittelst des dickeren Theils, an dessen unteren Fläche sich eine Saug-

Digitized by Google

grube befindet, kriechen sie, und mittelst der Schlängelungen des Schwanzes schwimmen sie.

Die Räderthiere *(Furcularia)*, die gleichfalls aus Schleimstoff bestehen, an deren eyförmigem Körper sich noch vorn ein mit Anhängen oder Fransen versehener Theil befindet, schwimmen, indem sich die Anhänge auf das lebhafteste bewegen. Dass diese Bewegungen durch Muskelfasern vollzogen werden, wie Dutrochet [8] angenommen hat, ist durchaus nicht erwiesen.

1) *Observationum de animalculis infusoriis satura. Goettingae* 1765. 8.

2) *Vermium terrestrium et fluviatilium seu animalium infusoriorum, helminthorum et testaceorum non marinorum succincta historia. Havniae et Lipsiae* 1773. 4. *Animalcula infusoria fluviatilia et marina. Havniae* 1786. 4.

3) *Observations et experiences faites sur les animalcules des infusions*, in *Opuscules de physique animale et végétale. Genève* 1787. *T.* 1. *p.* 1.

4) Ueber die Weise, wie sich die Aufgussthierchen bei ihren Bewegungen benehmen; in den Denkschriften der Münchner Akademie. 1809—10. S. 3.

5) *Vermium terrestrium et fluviatilium historia. p.* 29. *Volvox conflictor. Dextrosum sinistrorsumque lente per intervalla rotatur, loco tamen raro movetur. Moleculae innumerae inter circulum contentae in continuo motu et quasi in conflictu vehementi absque omni ordine, hinc pro majori confligentium in alteram concursu sphaera aliquantisper dextrorsum vel sinistrorsum rotatur, moleculis eandem directionem sequentibus.*

6) *Animalcula infusoria. Proteus diffluens, crystallinus, tenax. Tab.* 2. Roesel Insekten-Belustigungen. B. 3 Taf. 101.

7) Beitrag zur Infusorienkunde, oder Naturbeschreibung der Zerkarien und Bazillarien. Halle 1817. S. 15.

8) *Sur le mécanisme de la rotation chez les rotifères*; in *Annales du Muséum d'hist. natur. T.* 19. *p.* 351. *T.* 20. *p.* 369.

§. 455.

Die aus einer weichen, gallertartigen, häutigen Masse bestehenden Polypen, in denen man mit Hülfe des Mikroscops nur kleine Körnchen oder Kügelchen, aber keine Muskelfasern, zu erkennen im Stande ist, bewegen sich mehr oder weniger lebhaft. Die Armpolypen *(Hydra)* sitzen mittelst einer am Stiele befindlichen Saugscheibe an Körpern des süssen Wassers, Steinen, Pflanzen, Molluskenen,

Digitized by Google

Gehäusen, fest. Ihr Körper sowohl als die fadenförmigen Arme sind beweglich. Ersterer dehnt sich aus und zieht sich zusammen, und kann nach allen Seiten gekrümmt werden. Letztere werden ausgestreckt, eingezogen und in den verschiedensten Richtungen bewegt. Mittelst derselben ergreifen sie auch kleine Thiere, die ihre Nahrung ausmachen, und führen sie zum Munde. Die Hydern verändern, nach Trembley's [1], Roesel's [2], Schaefer's [3] u. a. Beobachtungen, ihren Standort, wobei sie sich mit den Armen an Körpern festhalten, den Stiel frei machen, und dann diesen wieder an Gegenstände ansaugen. Zuweilen lassen sie sich frei im Wasser treiben. Auf gleiche Weise verhalten sich die Crystatellen.

Andere Polypen, im Baue den Hydern ähnlich, an Körpern des süssen Wassers oder des Meeres festsitzend, sind keiner Ortsbewegung fähig. Dies ist der Fall mit denjenigen Polypen, welche durch eine weiche, contractile, oft verästelte Röhre verbunden sind, die entweder, wie die Gattungen *Vorticella* und *Corine*, nackt, oder, wie bei den Gattungen *Sertularia* und *Tubularia*, von einer hornartigen Hülle umschlossen ist. Hier sind die Bewegungen vorzüglich auf die um den Mund sitzenden Tentakeln beschränkt; doch kann sich auch der Körper verkürzen und ausstrecken, und wie bei den meisten Sertularien, nach Cavolini's Beobachtungen [4], in das hornartige Gerüst zurückziehen und wieder aus demselben hervortreten. Auch die mit gefiederten Fühlfaden versehenen und an einer gemeinschaftlichen Röhre befestigten Polypen der Gattungen *Lobularia*, *Athelia*, *Xenia* und *Amothea* zeigen keine Ortsbewegung. Ihre Bewegungen bestehen in Contractionen und Expansionen des Körpers und der Fühlfaden. Locomotivität geht ferner den Tubiporen ab, die nach Quoy's und Gaimard's Untersuchungen [5] in kalkigen Röhren sitzen, mit denen sie durch eine contractile Haut verbunden sind. Ebenso verhält es sich nach den von diesen Naturforschern [6] und Rapp [7] gemachten Beobachtungen mit den Polypen der Madreporen, die in sternförmigen Vertiefungen des kalkigen Gehäuses befestigt sind. Diese Polypen bewegen ihre Tentakeln, treten aus den Vertiefungen des Gehäuses hervor und ziehen sich wieder in dieselben zurück.

Digitized by Google

Die Polypen, welche die baumartig verzweigten, an Felsen festsitzenden, kalk- oder horn-artigen Korallen erzeugen, die Gattungen *Corallium*, *Isis*, *Gorgonia* u. a., liegen zerstreut in einer dicken, den gemeinschaftlichen Polypenstock überziehenden Rinde. Zwischen der Rinde und dem Stock befindet sich eine dünne, mit Gefässen versehene Schichte, durch welche die Polypen unter einander verbunden sind. Die mit acht gefiederten, lebhafter Bewegungen fähigen Tentakeln ausgerüsteten Polypen können aus der Rinde hervortreten, und sich in dieselbe zurückziehen.

Die Seefedern *(Pennatula, Scirpearia, Pavonaria, Renila, Veretillum, Umbellaria)* stellen eine Gesellschaft von mehreren Polypen mit acht gefiederten Tentakeln dar, die an einem gemeinschaftlichen symmetrischen Gerüst sitzen, und äusserlich durch eine contractile Haut, im Innern durch Röhren und einen kalkartigen Stiel verbunden sind. Sie sind nicht an Körper des Meers befestigt, sondern stecken nur mit dem Stiele im Sande. Jeder Polyp kann sich mit seinen Tentakeln einzeln bewegen. Bemerkenswerth ist es jedoch, dass sich ein angewendeter Reiz leicht von einem Polypen auf die übrigen fortpflanzt, indem nach den Beobachtungen von Bohadsch [6] bei der Berührung eines Polypen sich alle übrigen zusammenziehen. Hieraus scheint sich zu ergeben, dass alle Polypen als Organe oder Theile eines Individuums anzusehen sind, wie Pallas, Cavolini, Olivi, Cuvier und Schweigger angenommen haben. Dass sie aber durch gleichzeitige Bewegungen ihrer Arme, gleich mit Rudern, schwimmen, wie einige Naturforscher zu behaupten gesucht haben, ist keineswegs erwiesen.

1) *Mémoires pour servir à l'histoire d'un genre des polypes d'eau douce à bras en forme de corne. Leide* 1744. 4.; ins Deutsche übersetzt von Goeze. Quedlinburg 1775. 8.

2) Historie der Polypen des süssen Wassers; in seinen Insekten-Belustigungen. B. 3. S. 433.

3) Die Armpolypen in den süssen Wassern Regensburgs. 1754. 1763. 4.

4) *Memorie per servire alla storia di polypi marini. Napoli* 1785. 4. Ins Deutsche übersetzt von W. Sprengel. Nürnberg 1813.

5) *Freycinet Voyage autour du monde. Partie zoologique. p.* 634.

6) *Annales des sciences naturelles. Juillet.* 1828.

Digitized by Google

7) Ueber die Polypen im Allgemeinen und die Actinien insbesondere. Weimar 1829. S. 38.

8) *De quibusdam animalibus marinis. Dresdae* 1761. *p.* 120.

§. 456.

Lebhafte Bewegungen zeigen ferner die aus einer weichen, leicht zerfliessbaren, gallertartigen Substanz gebildeten Quallen *(Acalephae)*. Alle schwimmen frei im Meere. Die Scheiben-Quallen oder Medusen *(Discophorae)*, die Thiere der Gattungen *Cassiopea*, *Rhizostoma*, *Cephea*, *Medusa*, *Cyanea*, *Pelagia*, *Ephyra*, *Aequorea* u. a. bewegen sich mittelst der mehr oder weniger gewölbten glockenförmigen Scheibe, welche die Hauptmasse ihres Körpers darstellt. Durch eine plötzliche Zusammenziehung der Scheibe, vorzüglich des äusseren Randes nach unten und einwärts, drückt sie gegen die in der Aushöhlung befindliche Wassermasse, wodurch das Thier fortgetrieben wird. Da eine Meduse beim ruhigen Verhalten im Wasser niedersinkt, so sind wiederholte Bewegungen der Scheibe zur Erhaltung des Körpers in einer gewissen Höhe des Wassers nothwendig, welche allein durch die Contraction ihres Schleimstoffs bewirkt werden. Muskelfasern, welche Gaede [1] in ihrer Scheibe gesehen zu haben glaubt, kommen nach den Untersuchungen von Schweigger [2], Rosenthal [3], Eschscholtz [4] u. a. nicht in ihr vor.

Die Thiere der Ordnung der Rippen-Quallen *(Ctenophorae)*, der Gattungen *Cestum*, *Cydippe*, *Callianira*, *Eucharis*, *Mnemia*, *Beroe*, *Medea*, *Pandora* u. a. schwimmen mittelst der Bewegungen kleiner blätterförmigen Gebilde, die über einander liegen, sich in schmalen Reihen längst des Körpers hinziehen und wie Flossen wirken.

Die Röhren-Quallen *(Syphonophorae)*, wie die Gattungen *Eudoxia*, *Physalia*, *Rizophysa*, *Physophora* u. a. bewirken das Schwimmen durch häutige Verlängerungen ihres Körpers, welche hohle Flächen bilden. Bei der Zusammenziehung derselben wird das Wasser aus den Höhlen ausgetrieben und die Thiere werden ruckweise fortgestossen. Bei mehreren Thieren dieser Ordnung, wie bei den Gattungen *Rataria*, *Velella* und *Porpita* finden sich mit Luft gefüllte Blasen, die zum Schwimmen beitragen. Die mei-

Digitized by Google

sten Quallen sind ferner mit mehr oder weniger langen, verschieden geformten, hohlen, mit einer Flüssigkeit gefüllten, sehr ausdehnbaren und contractilen Fangfaden versehen. Diese stehen meistens mit Gefässen oder mit Blasen in Verbindung, die im Innern des Körpers liegen. An den Wandungen der Blasen und der Fangfaden einiger Quallen nahm man kreisförmige und der Länge nach laufende Muskelfasern wahr. Ziehen sich die Blasen zusammen, so wird die Flüssigkeit in die hohlen Fangfaden getrieben und diese dehnen sich aus und richten sich auf. Erfolgt dagegen die Contraction der Fangfaden, so tritt die Flüssigkeit in die Blasen zurück, und jene verkürzen sich. Der Fangfaden bedienen sich die Thiere beim Ergreifen ihrer Nahrungsmittel.

1) Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Medusen. Berlin 1816. 8. S. 22.

2) Naturgeschichte der skelettlosen ungegliederten Thiere. S. 485.

3) Beiträge zur Anatomie der Quallen; in Tiedemann und Treviranus Zeitschrift für Physiologie. B. 1. S. 318.

4) System der Acalephen. Berlin 1829. 4. S. 5.

§. 457.

Unter den Eingeweidewürmern, von denen sich die meisten, wie die Rundwürmer *(Entozooa nematoidea)*, Hakenwürmer *(Acanthocephala)* und Bandwürmer *(Cestoidea)*, mittelst Muskelfasern bewegen, die der Länge und Quere nach mit der innern Fläche der Haut verwebt sind, gibt es einige, in denen man keine Muskelfasern zu entdecken im Stande war, und deren Körper aus einem contractilen, der Gallerte der Zoophyten ähnlichen Schleimstoff besteht. Dies ist zufolge Rudolphi's Untersuchungen [1] mit den Saugwürmern *(Trematoda)*, den Thieren der Gattung *Distoma* und *Amphiostoma*, der Fall, desgleichen mit *Scolex* unter den Bandwürmern und *Echinococcus* unter den Blasenwürmern. Auch in den Planarien, welche in der äusseren Gestalt den Distomen sehr ähnlich sind, konnte Dugés [2] keine Muskelfasern wahrnehmen, obgleich sie sich verlängern und verkürzen, in verschiedenen Richtungen falten und drehen, und nach Art der Schnecken kriechen.

1) *Entozoorum sive vermium intestinalium historia naturalis. Amstelod.* 1808. *T.* 1. *p.* 217.

2) Froriep's Notizen aus dem Gebiete der Natur- und Heilkunde. Febr. 1829. Nro. 501. S. 258.

§. 458.

So sehen wir also viele aus blossem Schleimstoff bestehende Thiere Bewegungen ausüben. Beachtungswerth ist es, dass die Bewegungen, gleich denen der Muskeln, durch äussere Einflüsse oder Reize, erregt, verändert und aufgehoben werden können. Dies haben O. F. Mueller, Wrisberg, Spallanzani u. a. an Infusorien wahrgenommen. Bei mässiger Wärme bewegen sie sich lebhaft, in der Kälte werden die Bewegungen langsamer und hören endlich auf. Spallanzani [1] sah, dass die Thierchen in Aufgüssen, die er der Ausdünstung des Kampfers ausgesetzt hatte, sich lebhafter bewegten und auf den Grund des Wassers zurückzogen. War die Ausdünstung sehr stark, so hörten die Bewegungen auf, und die Thiere starben. Der Zusatz von Säuren, Salzen, Weingeist zu den Infusionen hebt die Bewegungen der Thiere gleichfalls auf und tödtet sie. Dies erfolgt auch nach Spallanzani's Versuchen, wenn die Aufgüsse der Ausdünstung von Terpentingeist, oder dem Tabaksrauch und dem Schwefeldampf ausgesetzt werden. Gruithuisen [2] fand, dass stinkender Asand zu einer Infusion zugesetzt ein äusserst schnelles Durcheinanderbewegen der Infusorien mehrere Minuten lang bewirkte, nach und nach wurden sie ruhiger und sie lebten fort. Eine saturirte Infusion der Rinde von dem wilden Kastanienbaum hatte dieselbe Wirkung auf sie. Eine Infusion von spanischem Tabak veränderte ihre gewöhnliche Bewegung in ein schnelles Drehen um ihre Längen-Achse, während sie immer auf einem Punkte verweilten. Dieses Drehen hörte nach 15 bis 20 Minuten auf, sie erholten sich, und schwammen so munter, wie vorher, herum. Ein Tropfen Kampfer-Auflösung, in einen von Thierchen bewohnten Aufguss gebracht, tödtete alle Arten von Infusorien nach einigen Minuten, indem sie sich wälzend bewegten. Verdünnte Opium-Tinctur betäubte die Infusorien, wobei sie sich überschlugen. Von reinem Laudanum starben sie in wenigen Sekunden. Räderthiere hielten lange in einer Opium-Auflösung aus. Sie wurden zwar betäubt, aber sie erholten sich bald wieder, wenn man ihnen frisches Wasser gab. Säuren, Kochsalz, Alkalien-Auf-

Digitized by Google

lösungen, Zucker, Syrup, Weingeist, Galläpfel-Aufguss, tödtet die Infusorien schnell.

Lässt man einen elektrischen Strom durch eine Infusion gehen, so werden die Thiere nicht getödtet, wohl aber durch einen starken Funken, wie Saussure, Moscati und Spallanzani [3] beobachtet haben. Gruithuisen sah, dass die Infusorien nach einem elektrischen Schlage aus einer Leidner Flasche, den er in einen Aufguss fallen liess, in eine taumelnde Bewegung geriethen. Ferner fand er, dass Infusorien in Wassertropfen starben, in welchen die Pole einer Galvanischen Säule eingesetzt waren, besonders wenn sie sich dem einen oder dem andern Pole näherten. Tanzend und sich überschlagend beschlossen sie ihr Leben. Dass die Bewegungen der Polypen, der Quallen, der früher genannten Eingeweidewürmer und Planarien durch die Wärme, mechanische und chemische Reize mancherlei Art, sowie durch die Reibungs- und Contact-Elektricität erregt werden können, ist eine bekannte und durch viele Versuche erwiesene Thatsache.

Da sich jene Thiere aber auch eigenmächtig und selbstthätig bewegen, die Bewegungen nicht bloss durch äussere Einflüsse erregt werden, und die Richtung der Bewegung von ihnen selbst bestimmt wird; so müssen sie also auch innere Reize hervorzubringen im Stande seyn. Ein Nervensystem aber, welches die Muskeln der Thiere in Thätigkeit versetzt, ist in jenen Thieren ebensowenig erkannt worden, als Muskelfasern. Die Naturforscher nehmen an, dass die Nerven-Substanz noch im Schleimstoff vertheilt oder mit ihm verschmolzen ist. Wie hier Reize zur Erregung von Bewegungen erzeugt werden, wissen wir nicht.

1) A. a. O. p. 120.

2) Beiträge zur Physiognosie u. Eautognosie. München 1812. S. 122.

3) A. a. O. p. 125.

§. 459.

Die im Schleimstoff bei der Hervorbringung von Bewegungen vor sich gehenden Veränderungen sind noch nicht erforscht. Wahrscheinlich bestehen sie in einer durch die Reizung bewirkten Verdichtung und vermehrten Cohärenz des Schleimstoffs. Wie oder wodurch diese durch äussere

Digitized by Google

oder innere Reize hervorgebracht wird, ist gänzlich unbekannt. Bei der Zusammenziehung des Schleimstoffs scheint eine in ihm, oder in besonderen Röhren oder Kanälen enthaltene Flüssigkeit zu solchen Theilen bewegt zu werden, die nicht in Contraction begriffen sind, und dadurch wird wohl deren Anschwellung bewirkt, die wir in einem so auffallenden Grade an den Fangarmen oder Tentakeln der Polypen und Quallen zu beobachten Gelegenheit haben. In den Quallen, auch in den Actinien, in welchen letzteren schon Muskelfasern vorkommen, zeigt sich ein ähnliches mit einer Flüssigkeit gefülltes und mit den Fangarmen in Verbindung stehendes Gefäss-System, wie ich es in den Seesternen, Seeigeln und Holothurien entdeckt habe, und durch welches die Aufrichtung und Anschwellung der Füsschen dieser Thiere bewirkt wird. Ob die Eigenschaft des Schleimstoffs, sich bei Reizen zu contrahiren, mit der Contractilität der Muskelfasern der übrigen Thiere ihrem Wesen nach identisch oder eine blosse Modification dieser ist, oder ob sie als eine Kraft eigener Art angesehen werden muss, darüber haben die Untersuchungen nicht entschieden. Vielleicht bringen die Bewegungen veranlassenden Reize in der Punktmasse des Schleimstoffs eine Verdichtung hervor, wie sie wahrscheinlich in den aus Kügelchen zusammengesetzten Muskelfasern der übrigen Thiere durch den Nerven-Einfluss bewirkt wird. Soviel nur ist ausgemacht, dass die Contractilität des Schleimstoffs gleich der Muskel-Contractilität durch Reize in Thätigkeit versetzt wird, und dass beide Lebens-Aeusserungen sind, die von den Wirkungen der Elasticität und allen sonstigen mechanischen Bewegungen gänzlich verschieden sind.

§. 460.

Ueber die Frage, ob der in die Zusammensetzung der übrigen mit Muskeln versehenen Thiere eingehende Zellstoff mit einem lebenden Contractions-Vermögen begabt ist, sind unter den Physiologen viele Streitigkeiten geführt worden. Dass der Zellstoff lebender Thiere die Eigenschaft zeigt, sich zusammenzuziehen und zu verdichten, obgleich oft langsam und kaum merklich, kann nicht in Abrede gestellt werden. Befindet er sich im Zustande der Ausdeh-

Digitized by Google

nung, ist er mit Flüssigkeit gefüllt, und wird die die Ausdehnung bewirkende Ursache entfernt, oder werden die Flüssigkeiten entleert, so zieht er sich allmählich auf sich selbst zusammen und nimmt seine vorige Lage wieder ein. Auch bei Wunden zeigt der Zellstoff Aeusserungen von Zusammenziehung. Aehnliche Erscheinungen nimmt man an den aus Zellstoff gebildeten Häuten, den serösen, Synovial- und Schleim-Häuten, besonders aber an den Ausführungsgängen der Drüsen wahr, welche letztere durch die abgesonderten Säfte ausgedehnt, und nach deren Entleerung auf sich selbst zusammengezogen und verengt sind. Auffallend sind ferner die Aeusserungen der Contractilität an der Lederhaut. Auch die Wandungen der Arterien, Venen und Saugadern zeigen Erscheinungen von Zusammenziehung. Ihr Durchmesser richtet sich nach dem Grade der Anfüllung mit Flüssigkeiten. Werden diese während des Lebens entleert, so verengern und contrahiren sie sich. Werden sie durchschnitten, so springen sie nach entgegengesetzten Richtungen aus einander, und zwar mehr als im Tode. Diese Erscheinungen von Zusammenziehung, welche an vielen nicht muskulösen Gebilden beobachtet wurden, haben einige Physiologen für blosse Wirkungen der Elasticität der Gewebe gehalten. Dagegen spricht, dass sie mit dem Eintritte des Todes oder bald nachher verschwinden. Andere Physiologen haben sie für Wirkungen der Muskel-Contractilität ausgegeben. Hiergegen lässt sich einwenden, dass die Zusammenziehung nicht durch solche Reize wie die der lebenden Muskeln hervorgerufen wird, und dass damit keine solche Oscillationen und keine darauf folgende deutliche Ausdehnung verbunden sind, wie an jenen. Mehrere Physiologen, welche die an jenen Gebilden sich äussernden Bewegungen, sowohl von den Wirkungen der Elasticität als den durch Muskeln hervorgebrachten Bewegungen unterschieden, sahen sie als Lebens-Aeusserungen eigener Art an, und nannten sie tonische Bewegungen. Die sie bewirkende Kraft bezeichneten sie durch den Namen des Tonus, der Spannkraft oder der unmerklichen organischen Contractilität. Ausführlich wird von denselben bei den Lebens-Aeusserungen des Menschen die Rede seyn. Soviel lässt sich vorläufig aussagen, dass der Zellstoff und die aus

demselben gebildeten Membranen, so wie die Wandungen der Arterien, Venen, Saugadern und Ausführungsgänge der Drüsen gleichfalls mit einem lebenden Contractions-Vermögen begabt sind, welches von der Elasticität verschieden ist. Hiefür spricht auch die Analogie, indem die aus Schleimstoff bestehenden Thiere sich durch denselben bewegen.

III. *Bewegungen der Kügelchen oder organischen Formbestandtheile in den Säften.*

§. 461.

Die in den verschiedenen Räumen der Thiere enthaltenen Säfte werden zwar vorzüglich durch die contractilen Wandungen jener bewegt; doch lässt sich den in den Bildungssäften vorkommenden Kügelchen, eine eigenmächtige Bewegung nicht absprechen. Schon früher (§. 265.) wurde gezeigt, dass den Blutkügelchen die Eigenschaft zukommt, sich zu bewegen. Bewegungen der Blutkügelchen in dem aus den Gefässen geflossenen Blute hat neuerlichst auch C. Mayer [1] mit Hülfe des Mikroscops wahrgenommen, und zwar in dem Blute von Fröschen, Aalen, *Daphnia pulex*, *Gammarus pulex*, *Ostrea edulis*, und dem eines Schaaf-Fötus.

1) Supplemente zur Lehre vom Kreislaufe. Bonn 1827. 4. S. 67.

§. 462.

Die in dem reifen männlichen Samen enthaltenen Körperchen, von mehreren Naturforschern als Thierchen eigener Art, unter dem Namen der Samenthierchen aufgeführt, bewegen sich gleichfalls eigenmächtig. Bewegungen an den in dem Samen von Säugethieren, Vögeln, Amphibien, Fischen, Mollusken und Insekten vorkommenden organischen Formbestandtheilen, welche bei jeder Thierart eine eigenthümliche Gestaltung und ein besonderes Grössen-Verhältniss zeigen, wurden mit Hülfe des Mikroskops von Leeuwenhoeck [1], Hartsoeker [2], Vallisnieri [3], Buffon [4], Ledermueller [5], Gleichen [6], Spallanzani [7], Bory-St.-Vincent [8] u. a. beobachtet. Dies sowohl an dem bereits ergossenen, als an dem aus den Kanälen und Behältern entnommenen

Samen. Dass die vermeintlichen Samen-Thierchen ebenso als integrirende Bestandtheile des reifen Samens, wie die Blutkügelchen als solche des Bluts anzusehen sind, und dass sie selbstthätig Bewegungen ausüben, ist auch neuerlichst durch die von Prevost und Dumas[9] an dem Samen verschiedener Säugethiere, Vögel, Amphibien und Schnecken angestellten Beobachtungen erwiesen worden. Den Samenthierchen ähnliche und in Bewegung begriffene Gebilde wollen ferner Needham, Buffon, Daubenton und Lieberkuehn in dem Safte der Bläschen der Eyerstöcke einiger Thiere wahrgenommen haben.

1) *Oper. omn. Epist.* 113. *p.* 60. *Philos. Transact.* 1677. *No.* 141.

2) *Journal des Savans.* 1678.

3) *Opera. T.* 2. *p.* 105.

4) *Hist. natur. T.* 2. *p.* 255.

5) Physikalische Beobachtungen über die Samenthierchen. Nürnberg 1756. 4.

6) Abhandlung über die Samen- und Infusions-Thierchen. Nürnberg 1778. 4.

7) *Description des petits vers spermatiques de l'homme et de divers animaux;* in *Opuscules de physique animale et végétale. T.* 2. *p.* 1.

8) *Diction. d'hist. natur. T.* 3. *p.* 35.

9) *Essay sur les animalcules spermatiques des divers animaux;* in *Mém. de la société de physique et d'hist. natur. de Genève. T.* 1. *p.* 180.

§. 463.

Die Bewegungen der in den Bildungssäften enthaltenen Kügelchen unterscheiden sich von den an den Geweben und festen Theilen vorkommenden Bewegungen dadurch, dass sie nicht mit deutlichen Contractionen und Expansionen verbunden sind. Wenigstens wurden solche von den verschiedenen Beobachtern bis jetzt nicht wahrgenommen. Hierin gleichen sie den Bewegungen der einfachsten Infusorien, der Punktthiere und Kugelthiere, an denen man gleichfalls keine Contraction und Expansion beobachtet hat. Doch sind sie nach äusseren Einwirkungen oder Reizen, die sie treffen, verschieden. Dies ist wenigstens für die sogenannten Samenthierchen erwiesen. Spallanzani sah die Bewegungen derselben in der Wärme länger fortdauern als

Digitized by Google

in der Kälte. Hatten sie bei kalter Temperatur aufgehört, so kehrten sie bei der Einwirkung der Wärme zurück. Beim Einflusse des Sonnenlichts verschwanden die Bewegungen. Prevost und Dumas sahen, dass die Elektricität einer Leidener Flasche die Bewegungen der Samenthierchen des Frosches aufhob, nicht aber das galvanische Fluidum. Ob auch die Bewegungen der Blutkügelchen nach Reizen veränderlich sind, ist noch nicht durch Versuche ausgemittelt, doch ist dies wahrscheinlich.

§. 464.

Vielleicht dürften zu dieser Gruppe von Bewegungen noch die der Eyer oder Keimkörner einiger Polypen und der Keime in den Eyern von Mollusken gezählt werden. Grant [1] sah die Eyer der *Lobularia digitata* Lamark's *(Alcyonium lobatum* Pallas*)*, welche unter dem Mikroscop als Kügelchen mit einem durchsichtigen Rande erschienen, der mit einem Gürtel von feinen Wimpern umgeben war, ihre Lage verändern und umherschwimmen. Er glaubte beim Fortschreiten Contractionen bemerkt zu haben. Auch nahm er wahr, dass die Eychen sich schon im Körper des Polypen bewegten. Aehnliche Bewegungzn sah er [2] an den Keimkörnern anderer Polypenarten der *Virgilaria mirabilis*, der *Campanularia dichotoma, Gorgonia verrucosa.* Swammerdamm [3] erkannte in einer geöffneten lebendige Junge gebährenden Schnecke *(Paludina vivipara)* kleine Schneckchen in ihren Hüllen eingeschlossen, die sich in dem Fruchtwasser ziemlich geschwind herumdrehten, obgleich sie, nach seiner Angabe, nicht grösser als Nadelspitzen waren. Die drehenden Bewegungen der Dotterkügelchen um ihre eigene Achse im Eyweiss des geschlossenen Eyes des *Limnaeus stagnalis* haben Stiebel [4], Hugi [5] und Carus [6] beobachtet. Hugi sah den Dotter mit dem sehr kleinen Embryo gegen vierzigmal in der Minute sich um seine Achse drehen; Carus dagegen nur sieben bis achtmal. Auch in den Eyern der lebendig gebährenden Schnecke hat Carus [7] die drehende Bewegung des Embryo's mit der Dotterkugel erkannt. Er nahm eine Strömung der Eyweissflüssigkeit gegen bestimmte Punkte des Embryo's wahr, und glaubt, dass von der Anziehung und Abstossung derselben

Digitized by Google

die Bewegung herrühre. Leeuwenhoek [8] hat ferner an den zarten Embryonen der Muschelthiere eine drehende Bewegung innerhalb der Eyhüllen beobachtet.

1) *Brewsters Edinburgh Journal. No.* 15. *Jun.* 1828.

2) *Ib. No.* 20. *Apr.* 1829.

3) Bibel der Natur. S. 77.

4) Ueber die Entwickelung der Teichhornschnecke *(Limnaeus stagnalis)*; in Meckel's Archiv der Physiologie. B. 2. S. 557.

5) Oken's Isis 1823. S. 213.

6) Von den äusseren Lebensbedingungen der weiss- und kaltblütigen Thiere. Leipzig 1824. S. 31.

7) Neue Beobachtungen über das Drehen des Embryos im Ey der Schnecken; in *Nov. Act. Acad. Caesar. Leopold. Carolin. Natur. curios. T.* 13. *P.* 2. *p.* 763. *Tab.* 34.

8) *Opera omnia seu Arcana naturae. Lugd. Batav.* 1722. *Continuatio arcanorum. p.* 14. *Epist.* 95.

IV. *Turgescenz-Bewegungen.*

§. 465.

Ausser den durch die Zusammenziehung contractiler Theile bewirkten Bewegungen gibt es noch eine Gruppe von Bewegungen, bei der die Säfte eine wichtige Rolle zu spielen scheinen. Dies sind die Turgescenz-Bewegungen. Sie bestehen nach Hebenstreit's [1] und G. R. Treviranus [2] Bemerkungen in einer Ausdehnung und Anschwellung weicher Theile, verbunden mit einem vermehrten Zuströmen von Blut bei Reizungen, welche die Theile treffen. Es gibt fast keinen mit Gefässen versehenen Theil eines thierischen Körpers, der gereizt nicht der Anschwellung fähig wäre. Am bemerkbarsten sind die Turgescenz-Bewegungen an den männlichen und weiblichen Geschlechts-Theilen, besonders denen der Begattung, der männlichen Ruthe, Clitoris und Mutterscheide, während des geschlechtlichen Oestrus. Doch auch die innern Genitalien, die Hoden, Eyerstöcke, Eyleiter und die Gebärmutter gerathen in Turgescenz. Immer sind die Gefässe während der Anschwellung sehr mit Blut gefüllt. Die Brustwarzen richten sich bei der Berührung und Reibung auf. Bei den hühnerartigen Vögeln und einigen andern sieht man die Kämme und Kehllappen anschwellen, wenn die Thiere sich begatten, oder wenn sie

Digitized by Google

in Zorn versetzt werden. Auch die Gefühlswärzchen und die Wärzchen der Zunge sind eines gewissen Grades der Turgescenz fähig.

Die äussere Haut, sowie die innern Häute, die Schleimhäute, die serösen und Gelenkhäute schwellen ebenfalls an, wenn sie gereizt werden, und es ergiesst sich mehr Blut in ihre Gefässnetze. Wird die Haut gerieben, wird ein scharfer Stoff auf sie angewendet, so strömt viel Blut zu ihr, und sie erscheint geröthet, angeschwollen und gespannt. Wärme und Kälte, besonders wenn der Uebergang von der einen zur andern schnell erfolgt, bewirken immer eine Veränderung im Zuströmen des Bluts. Auch zu den gereizten Schleimhäuten gelangt mehr Blut. Auffallend ist dies an der Schleimhaut des Nahrungsschlauchs, die nach der Reizung durch die aufgenommenen Speisen sich röthet und anschwillt. Werden seröse oder Gelenkhäute entblösst und der Einwirkung der Luft ausgesetzt, oder werden sie auf mechanische oder chemische Weise gereizt, so strömt eine grössere Menge Bluts in ihre Gefässnetze, sie röthen sich stark und schwellen an. Aehnliche Erscheinungen nimmt man an den gereizten Drüsen wahr. Auch die Muskeln, Nerven und andere mit Gefässen versehene Theile zeigen bei der Blosslegung und Reizung Anschwellung, in Folge eines vermehrten Zuströmens von Blut zu ihren Gefässen.

1) *Doctrinae physiologicae de turgore vitali expositio. Lips.* 1793. 4. Uebersetzt und mit Anmerkungen begleitet in Reil's Arch. für die Physiologie. B. 1. S. 159.

2) Ueber Lebens-Turgescenz in seinen physiologischen Fragmenten. Th. 1. S. 57.

§. 466.

Alle unter den gewöhnlichen Umständen einer auffallenden Anschwellung fähigen Gebilde, wie die Ruthe, die Clitoris, die innern Genitalien, die Brustwarzen u. a. haben das mit einander gemein, dass sehr zahlreiche Blutgefässe, die netzartige Verflechtungen bilden, in ihre Textur eingehen, zwischen denen sich ansehnliche Nerven verzweigen. Die Annahme eines eigenen erectilen Gewebes ist unstatthaft. Reizungen der Nerven scheinen im-

Digitized by Google

mer die Anschwellung zu vermitteln. Bald sind es äussere Reize, mechanische Berührung, Reibung, Wärme, bald innere Reize, Vorstellungen, wollüstige Bilder, oder auch Gemüths-Bewegungen, Zorn, Schaam, welche die Turgescenz hervorbringen. Keine Turgescenz-Bewegung wird, gleich der Zusammenziehung eines willkührlichen Muskels, durch einen Willens-Reiz bewirkt. Wird ein der Turgescenz fähiges Organ durch einen der obigen Einflüsse gereizt, so strömt mehr Blut zu seinen Gefässen zu, es dehnt sich aus, schwillt an und wird in einen Zustand von Aufrichtung und Spannung versetzt. Allmählig verschwindet die Turgescenz wieder, das Blut wird abgeleitet, der Theil sinkt zusammen, wird welk und nimmt seinen vorigen Umfang wieder an.

§. 467.

Ueber die Ursache der Erscheinungen der Turgescenz sind die Physiologen verschiedener Meinung. Darin stimmen sie jedoch überein, dass sie nicht als eine Wirkung des dem Blute durch die Zusammenziehung des Herzens gegebenen Impulses seyn könne, weil dieses Organ das Blut nur im Ganzen zu allen Theilen gleichmässig bewegt, langsamer oder schneller, mit mehr oder weniger Kraft, aber kein vermehrtes Zuströmen des Bluts zu einem einzelnen Theile hervorzubringen im Stande ist. Einige Physiologen leiten die Turgescenz von einer lebhafteren Bewegung und Zusammenziehung der mit Contractilität begabten Gefässe in Folge von Reizen her, welche die Organe treffen, wodurch mehr Blut zugeführt werde. Hierin kann die Ursache wohl nicht liegen, weil eine stärkere Contraction der Gefässe, eine Verengerung derselben bewirkend, eher ein Hinderniss für das Zuströmen des Bluts abgeben muss. Andere schreiben den Gefässen die Eigenschaft zu, sich bei Nerven-Reizen auszudehnen, wobei sich das Blut in die ausgedehnten Gefässe ergiesse. Dagegen lässt sich einwenden, dass weder eine solche active Ausdehnung der Gefässe beobachtet worden ist, noch dass sonst Erscheinungen vorhanden sind, welche dafür sprechen, dass contractile Wandungen von Räumen bei einer Reizung sich ausdehnen, indem wir vielmehr überall das Gegentheil bemerken. Wahr-

Digitized by Google

scheinlich ist es daher, dass die durch die Nerven vermittelten Reize entweder einen Einfluss auf die Bewegung des Bluts selbst ausüben, wodurch es bestimmt wird, sich zu den Theilen zu bewegen, oder dass durch die Nerven-Reize in den Gefässen der gereizten Organe ein Zustand hervorgebracht wird, der eine stärkere lebende Anziehung auf das Blut zur Folge hat.

V. *Bildungs- und Ernährungs-Bewegungen.*

§. 468.

In allen Thieren kommen Bewegungen vor, die mit den Vorgängen des Entstehens und Bildens der thierischen Organismen und ihrer Theile aus dem Keime, mit den Erscheinungen des Ernährens, Wachsens, Abnehmens, sowie mit dem das Leben begleitenden Wechsel ihres materiellen Substrats verbunden sind. Durch die Sinne sind diese Bewegungen bis jetzt nicht unmittelbar erkannt worden, doch müssen wir auf ihr Vorhandenseyn aus den Veränderungen der Consistenz und Mischung, der Zu- und Abnahme ihrer Masse, sowie aus den Veränderungen der Structur und Textur, welche die Thiere im Ganzen und in allen ihren Theilen während ihres Daseyns darbieten, schliessen, die ohne fortdauernde innere Bewegungen ihres materiellen Substrats nicht denkbar sind.

§. 469.

Die ersten Aeusserungen des Lebens bei dem Entstehen eines Thieres aus dem Keime sind mit räumlichen Veränderungen der im Bilden begriffenen Materie des Keims verbunden, indem sich dessen Bestandtheile auf eine bestimmte, der Art *(Species)*, welche den Keim hervorbrachte, entsprechende Weise vereinigen, an einander reihen und ein organisches Gefüge darstellen. Die frühsten Bewegungen der Art erfolgen vor Bildung des Bluts, der Blutgefässe, des Herzens, der Muskeln und der Nerven, und können folglich nicht Wirkungen dieser seyn. Im Gegentheile müssen wir jene Gebilde vielmehr als Produkte der Bildungs-Bewegungen ansehen. Einmal entstanden tragen sie dann das Ihrige vermöge der ihnen durch die Bildungsthätigkeit ertheilten

Digitized by Google

vitalen Eigenschaften zu der weitern Entwickelung und Ausbildung des Keims bei. Jedes Gebilde, jedes Organ und jeder Apparat eines thierischen Körpers hat seine eigene Weise der Entstehung und entwickelt sich in bestimmten Richtungen, was Bewegungen der im Bilden begriffenen Theilchen voraussetzt. Diese Bewegungen werden der organischen Materie des Keims nicht von aussen mitgetheilt, sondern sie muss sich selbstthätig und eigenmächtig vollziehen.

Auch das Wachsen und Vergrössern der gebildeten Organe, wobei sie Theilchen des ihnen durch die Gefässe zugeführten Bildungssaftes anziehen, mit sich verbinden und in ihre Textur und Structur bringen, ist ohne Bewegungen nicht vorstellbar. Alle thierischen Theile zeigen ferner während ihres Daseyns Veränderungen in ihrer Grösse, Form, Mischung und Textur. Bei der Ernährung und dem Wechsel ihrer Materie gehen Bestandtheile des Nahrungs-Saftes in ihr organisches Substrat über und werden fest, und Bestandtheile derselben kehren wieder in den flüssigen Zustand zurück.

Die Bildungs- und Ernährungs-Bewegungen sind, wie früher (§. 307.) dargethan wurde, von allen an leblosen Körpern vorkommenden Bewegungen verschieden, und lassen keine Erklärung aus mechanischen oder chemischen Ursachen zu. Wir sahen sie daher als Wirkungen einer eigenen organischen Kraft, der Bildungs- oder Ernährungs-Kraft an. Dahin zählten wir auch die mit der Bereitung und Absonderung der Säfte verbundenen Bewegungen.

§. 470.

Jene Bewegungen erfolgen in den verschiedenen Arten von Thieren, in jedem Theile und Organe auf eine bestimmte und besonders modificirte Weise, wodurch deren Erhaltung eine Zeit lang bewirkt wird. Der erste Impuls zu den Bildungs-Bewegungen wird in allen zusammengesetzteren Thieren durch den Act der Zeugung gegeben. Obgleich hierdurch in ihren specifiken Wirkungen bestimmt, sind sie doch auch von äusseren Bedingungen und Einflüssen, von einem gewissen Wärmegrad, von der Luft, der Feuchtigkeit und von Nahrungsmaterien abhängig. Ja sie

Digitized by Google

sind selbst durch diese innerhalb gewisser Schranken veränderlich. So sehen wir, dass Theile, welche einer anhaltenden Reizung ausgesetzt werden, Veränderungen in ihrer Bildung und Ernährung zeigen; wie dies besonders bei den in Folge von mechanischen, chemischen und andern Reizen eintretenden Erscheinungen der Entzündung der Fall ist, und bei so vielen andern krankhaften Bildungen, die nach ungewöhnlichen Reizungen der Organe erfolgen. Hiefür sprechen auch die nach Verwundungen vorkommenden Bildungs-Erscheinungen.

§. 471.

Die mit dem Acte des Bildens und Ernährens der Thiere im Ganzen und in ihren einzelnen Theilen verbundenen Bewegungen, bedingen alle übrigen, in sichtbaren räumlichen Veränderungen bestehenden Bewegungen, die Zusammenziehung und Ausdehnung gereizter Muskeln, die Aeusserungen der Contractilität des Zellstoffs und anderer nicht muskulöser Gebilde, die Bewegungen der Säfte, die Turgescenz-Bewegungen, in so fern als die Gebilde, an denen sie sich äussern, Producte der Bildungskraft sind, und sie nur so lange zu ihren eigenthümlichen Bewegungen fähig bleiben, als sie ernährt und durch die Ernährung in ihren vitalen Eigenschaften erhalten werden.

VI. *Bewegungen der Nerven.*

§. 472.

Endlich scheinen auch Bewegungen mit den Thätigkeits-Aeusserungen der Nerven verbunden zu seyn. Soll ein äusserer, auf das peripherische Ende eines Nerven in einem Sinnes-Organ einwirkender Gegenstand, ein Reiz, eine Empfindung erregen, so muss die durch das Object in dem Nerven hervorgebrachte Veränderung, die Reizung, bis zum Gehirn fortgepflanzt werden. Ist die unmittelbare Verbindung des Sinnes-Organs mit dem Gehirn durch die Nerven aufgehoben, sind die Nerven durchschnitten, unterbunden, zusammengedrückt, so entsteht bei der Reizung des Sinnes-Organs keine Empfindung. Daraus erhellt, dass der Eindruck in dem peripherischen Ende des Nervens bis zum

Digitized by Google

Gehirn fortgeleitet werden muss. Dies ist ohne Bewegung in den Nerven nicht denkbar. Wird ein Nerve gereizt, der sich in einen Muskel verzweigt, so geräth dieser in Zusammenziehung. Auch hierbei muss eine durch den Reiz verursachte Veränderung im Nerven von der gereizten Stelle aus sich bis zu dem Muskel fortpflanzen, was ohne eine räumliche Veränderung oder Bewegung nicht wohl statt finden kann. E. Darwin nahm an, dass die Nervenhaut des Auges aus beweglichen Fasern bestehe, die durch Reize auf ähnliche Art in Zusammenziehung versetzt würden gleich gereizten Muskeln. Auch andere Nerven, meinte er, seyen aus beweglichen Fasern zusammengesetzt. Bewegungen an gereizten Nerven, ausser solchen, die von der Contractilität des Zellstoffs abhängen, sind aber bis jetzt nicht wahrgenommen worden. Dennoch werden wir der angeführten Erscheinungen wegen genöthigt, auch in der Nerven-Substanz Bewegungen anzunehmen. Sey es, dass die gereizte Nerven-Substanz sich bewegt, oder sey es, dass eine feine Materie, vielleicht imponderabeler Art, in Strömungen begriffen ist. Kurz, ohne räumliche Veränderungen oder Bewegungen, können wir uns von den Wirkungen der lebenden Nerven keine Vorstellung machen.

Digitized by Google

Zweites Kapitel.

Von den Bewegungen der Gewächse.

§. 473.

Bewegungen üben auch die Pflanzen aus, und sie sind keineswegs, wie einige Naturforscher ausgesprochen haben, als eine Eigenthümlichkeit der Thiere anzusehen. Zwar ändern sie nicht willkührlich, gleich diesen, den Standort, indem sie mittelst der Wurzeln in die Erde eingesenkt sind. Doch nehmen wir an ihnen mit der Bildung, dem Wachsthum und der Ernährung verbundene automatische Bewegungen wahr. Bei vielen treten ferner periodische Bewegungen nach den Tageszeiten ein, wozu das Heben und Senken der Blätter, so wie das Oeffnen und Schliessen der Blumen gehören. Bei mehreren bewegen sich die Zeugungstheile zu einander. Die Blätter, Blüthen und Befruchtungs-Werkzeuge einiger Gewächse endlich gerathen bei äusseren Reizen in Bewegung. Betrachten wir die Bewegungen der Gewächse etwas näher, und führen wir die Verhältnisse an, unter denen sie eintreten.

I. *Bewegungen der Tremellen, Conferven und Oscillatorien.*

§. 474.

Bewegungen an Conferven, Tremellen und Oscillatorien sind von vielen Naturforschern beobachtet worden. Adanson [1], Corti [2], Fontana [3], O. F. Mueller [4], J. A. Scherer [5], H. B. de Saussure [6], Collomb [7] und Olivi [8] sahen sie an verschiedenen Arten von Conferven und Tremellen. Girod de Chantran [9], Vaucher [10], Roth [11], G. R. Treviranus [12], Nees von Esenbeck [13], L. C. Treviranus [14] u. a. haben sie an diesen und an Oscillatorien wahrgenommen. Dies hat

Digitized by Google

daher mehrere der obigen Naturforscher, Fontana, Saussure, Scherer und Girod de Chantran bewogen, sie zu den Thieren zu zählen. Die Bewegungen bestehen in einem mehr oder weniger lebhaften pendelartigen Hin- und Her-Schwingen der Faden, oder in einem Aufrichten und Niederlegen derselben, oder in Schlängelungen, Krümmungen, und in einem spiralförmigen Drehen und Oscilliren. Oft bemerkt man eine auffallende Verlängerung ihrer Spitze, welches eine Aeusserung des Wachsthums zu seyn scheint. Die Bewegungen erfolgen nach Verschiedenheit der äusseren Einflüsse und nach Reizen verschieden schnell. In der Wärme und bei einwirkendem Sonnenlichte sind sie lebhafter als bei niederer Temperatur und im Schatten. L. C. Treviranus sah die Bewegungen der Oscillatorien im warmen Wasser deutlicher als im kalten. Scherer fand, dass die Bewegungen durch den Zusatz von Säuren, Alkalien, Metallsalzen, Weingeist und Zucker zu dem Wasser aufgehoben wurden, doch ging oft eine zitternde Bewegung voraus. Eine gleiche Wirkung von Säuren und Alkalien hat Saussure beobachtet. Bemerkenswerth ist ferner die Wahrnehmung der beiden letzteren Naturforscher, dass die Bewegungen von Infusorien, die sich in demselben Wasser mit jenen Gewächsen befanden, durch jene Substanzen gleichfalls getilgt wurden; woraus sich zu ergeben scheint, dass das bewegende Princip in diesen beiden Gruppen lebender Körper ein und dasselbe ist.

1) *Sur un mouvement particulier découvert dans une plante appellée Tremella (Conferva glutinosa, omnium tenerrima et minima, aquarum simo innascens. Dillen, Hist. Musc. p. 15)*; in *Mém. de l'Acad. des Sc. de Paris.* 1767. *p.* 564.

2) *Observazioni microscopiche sulla Tremella. Lucca* 1774. 8.

3) *Sur le Tremella;* im *Journal de Physique. T.* 7. *p.* 47.

4) Von sich bewegenden Wassermoosen; in den Schriften der Berliner Gesellsch. naturf. Freunde. B. 4. S. 171.

5) Beobachtungen und Versuche über das pflanzenähnliche Wesen in den warmen Carlsbader und Töplitzer Wassern; in Abhandl. der Böhmischen Gesellsch. 1786. p. 54. *(an Tremella thermalis Dillen?).*

6) *De deux nouvelles espèces de Tremelles douées d'un mouvement spontané;* im *Journal de physique, T.* 37. *p.* 401. (an *Conferva fontinalis L.?* in den warmen Quellen von Aix).

7) *Observations sur quelques phénomènes particuliers à une matière verte;* im *Journal de physique. T.* 39. *p.* 169.

Digitized by Google

8) *Delle Conferve irritabili, e del loro movimento di progressione verso la luce, esame fisico-chimico, specialamente diretto a stabilire la vegetabilia della loro natura;* in *Mem. della Societa Italiana. T.* 6. *p.* 161.

— *Scoperta e spiegazione del fenomeno del movimento progressivo d'una Conferva infusoria (materia verde di Priestley) verso la luce;* in Usteri Annalen der Botanik. St. 6. S. 30.

9) *Recherches chimiques et microscopiques sur les Conferves, Byssus, Tremelles. Paris* 1802.

10) *Histoire des conferves d'eau douce. Gènève* 1803 4.

11) *Catalog. botan. Fasc.* 3. *p.* 198.

12) Biologie B. 3. S. 283.

13) Die Algen des süssen Wassers. Bamberg 1814. S. 18.

14) Bemerkungen über die Bewegung der grünen Materie im Pflanzenreich; in den vermischten Schriften. B. 2. S. 73.

II. *Bildungs-, Entwickelungs- und Ernährungs-Bewegungen der Phanerogamen.*

§. 475.

Alle Pflanzen zeigen bei ihrer Bildung und Entwickelung aus dem Samenkorne Wachsthums-Bewegungen nach zwei entgegengesetzten Richtungen. In welcher Lage sich ein Samenkorn beim Keimen befinden mag, das Würzelchen wächst stets nach unten und senkt sich in die Erde oder das Wasser, während dagegen das zum Stengel sich bildende Blattfederchen *(plumula)* sich erhebt und dem Lichte entgegen strebt. Auch die aus dem Stamme oder den Zweigen mancher Gewächse, z. B. *Ficus elastica, religiosa, Clusia rosea*, den Arten von *Rhizophora, Epidendrum, Cactus* u. a. hervorwachsenden Luft-Wurzeln senken sich immer abwärts. Gleiche Bewandtniss hat es, nach Schultz's Beobachtungen[1], mit den aus den gezahnten Rändern der Blätter von *Cotyledon (Bryophyllum) calycinum* treibenden jungen Pflanzen.

Die Ursache der Richtung dieser Bewegungen haben die meisten Pflanzen-Physiologen in äusseren Agentien, in der Wirkung des Lichts, der Wärme, der Luft und der Feuchtigkeit auf die Pflanzen gesucht. Dodart[2] meinte, das Würzelchen werde durch die Feuchtigkeit, das Blattfederchen durch die Trockenheit der Luft in Bewegung versetzt, jenes wachse daher der feuchten Erde, dieses der trockenen Luft entgegen. De la Hire[3] und Astruc[4] leiteten das

Digitized by Google

Wachsen des Würzelchens nach unten von der grösseren Schwere des an erdigen Materien reichen Saftes und seinem Hinabsenken in das Würzelchen her, während sie das Wachsen des Blattfederchens nach oben dem durch die Wärme verdünnten und aufsteigenden Safte zuschrieben. Bazin [5] liess die Wurzeln durch die Feuchtigkeit der Erde anziehen. E. Darwin stellte die Vermuthung auf, das Würzelchen werde durch die Feuchtigkeit, das Blattfederchen durch die Luft in Thätigkeit versetzt und zur Verlängerung bestimmt.

1) Die Natur der lebenden Pflanze. B. 1. S. 159.

2) *Sur l'affectation de la perpendiculaire, remarquable dans toutes les tiges, dans plusieurs racines, et autant qu'il est possible dans les branches des plantes;* in *Mém. de l'Acad. des sc. de Paris* 1700. *p.* 47.

3) *Conjecture sur le redressement des plantes inclinées à l'horizont;* in *Mém. de l'Acad. des sc.* 1708. *p.* 463. *Mém. de la société de Montpellier. T.* 1. *p.* 373.

4) *Explication physique de la direction verticale et naturelle des tiges des plantes et des branches des arbres, et de leur racines; ib.* 1708. *p.* 231.

5) *Observations sur les plantes. Strasbourg* 1741. *p.* 100.

§. 476.

Jene Meinungen sind durch Duhamel's [1], Link's [2], Dutrochet's [3], H. Johnson's [4] u. a. Versuche sattsam widerlegt worden. Ersterer schloss keimende Eicheln und andere Samen in mit Erde gefüllte Glasröhren ein, die er in eine horizontale Lage brachte, wobei das Würzelchen nach unten, das Federchen nach oben wuchs. Da er die Röhren umkehrte, oder ihnen eine senkrechte Lage gab, so veränderte sich stets das Wachsthum jener Theile und sie nahmen obige Richtung wieder an. Dies erfolgte sowohl an dunkelen Orten, als wenn die Röhren dem Lichte ausgesetzt waren. Eben so wenig konnte die Richtung des Wachsthums durch Wärme oder Feuchtigkeit verändert werden. Gleiche Resultate erhielt Link bei ähnlichen und andern Versuchen. Dutrochet füllte ein Gefäss, welches am Boden mehrere Löcher hatte, mit feuchter Erde, brachte in die Löcher mehrere Bohnen, und hing es frei an der Decke eines Zimmers auf. Die Wurzeln der kei-

Digitized by Google

menden Samen wuchsen aus den Löchern hervor, der Luft und dem Lichte entgegen, während die Blattfedern sich in der feuchten Erde erhoben. Würde also, wie einige Naturforscher angenommen haben, die Richtung des Wachsthums des Würzelchens durch die Dunkelheit und Feuchtigkeit, und die des Federchens durch den Einfluss des Lichts und der Wärme bestimmt, so hätte letzteres nach unten, und ersteres nach oben wachsen müssen, was aber nicht erfolgte.

1) *Physique des arbres. T. 2. p.* 138.

2) Grundsätze der Anatomie u. Physiologie. S. 126. Nachträge S. 39.

3) *Des directions speciales qu'affectent les diverses parties des végétaux;* in *Recherches anatomiques et physiologiques sur la structure des animaux et des végétaux et sur leur motilité. Paris* 1824. 8. *p.* 92.

4) *Edinburgh Philosophical Journal Nro.* 12. *Jan.—Apr.* 1829. *p.* 312.

§. 477.

Man hat ferner Versuche angestellt, um auszumitteln, ob die angegebene Richtung beim Wachsen des Würzelchens und Blattfederchens durch eine dem keimenden Samen mitgetheilte mechanische Bewegung verändert werden könne. J. Hunter setzte eine Bohne in den Mittelpunkt eines mit feuchter Erde gefüllten Tönnchens, welches in horizontaler Richtung um seine Achse gedreht wurde, wobei sich keine Veränderung in der Richtung des Wachsthums jener Theile zeigte. Knight [1] liess an einem kleinen, 11 Zoll im Durchmesser haltenden, von einem Bache getriebenen, senkrecht stehenden Wasserrade, welches gegen 150 Umschwingungen in der Minute machte, Bohnen keimen, die an den Seitenflächen des Rads befestigt waren. Nach einigen Tagen sah er die hervorgewachsenen Würzelchen der in die verschiedensten Lagen gebrachten Bohnen, alle strahlenförmig vom Umkreise des Rads abstehen, während die Blattfederchen nach dessen Mitte gerichtet waren. Denselben Versuch wiederholte er an einem, in horizontaler Richtung bewegten Rade, welches sich in der Minute 250 mal um seine Achse drehte. Hier wendeten sich die Würzelchen ebenfalls nach aussen und die Federchen nach innen, doch waren erstere in einem Winkel von 10 Grad ge-

Digitized by Google

gen die Erde, und letztere in demselben Grade gegen den Himmel gerichtet. Je langsamer die Umschwingungen erfolgten, desto mehr neigten sich die Wurzeln abwärts und die Blattfederchen aufwärts. Bei 80 Umschwingungen in der Minute betrug der Neigungs-Winkel der Würzelchen nach unten 45 Grad, und eben so viel der der Federchen nach oben. Obgleich diese Versuche beweisen, dass die Richtung der Wachsthums-Bewegungen durch eine den keimenden Samen mitgetheilte rotirende Bewegung verändert werden können; so lässt sich doch aus ihnen nicht mit Knight folgern, wie Smith [2] und L. C. Treviranus [3] richtig bemerkt haben, dass das Wachsthum der Wurzel nach unten durch die Centripetalkraft oder Schwere, und das des Blattfederchens nach oben durch die Centrifugalkraft bestimmt werde. Wäre dies, so hätten die Wurzeln bei den Versuchen nach innen gegen den Mittelpunkt und die Blattfedern nach aussen gerichtet seyn müssen, was aber nicht der Fall war. Aehnliche Versuche hat neuerlichst Dutrochet [4] angestellt, und dieselben Resultate erhalten. Er liess eine hohle Glaskugel, in deren Mittelpunkt im Keimen begriffene Samen befestigt waren, sich um ihre Achse drehen, und ertheilte ihr bei der Drehung kleine Hammerschläge, immer auf dieselbe Seite ihrer Peripherie. Alle Blattfederchen richteten sich nach dem Punkte, welcher die Schläge erhielt, und alle Würzelchen nahmen ihre Richtung gerade nach dem entgegengesetzten Punkte. Da er die Zahl und Stärke der Hammerschläge in einer bestimmten Proportion vermehrte, nahmen die beiden Samenstöcke allmählig eine perpendiculäre Stellung an, das heisst, sie behaupteten eine Richtung, welche, in Bezug auf die Stoss-Bewegungen, senkrecht war. Hieraus erhellet, dass die Wachsthums-Bewegungen des Würzelchens nach unten, und die des Blattfederchens nach oben zwar durch ihnen mitgetheilte Bewegungen in etwas verändert werden können, dass dieselben aber nicht, so weit bis jetzt die Untersuchungen reichen, durch äussere Bewegungen, ursprünglich hervorgebracht und bestimmt werden.

1) *Philosophical Transact.* 1806. *P.* 1. *p.* 99.

2) *Introduction to botany. p.* 95.

3) Beiträge zur Pflanzen-Physiologie. S. 191.

Digitized by Google

4) *De l'influence du mouvement de rotation sur les directions speciales qu'affectent les diverses parties des végétaux*; a. a. O. p. 138.

§. 478.

Die angeführten Versuche liefern also den Beweis, dass die mit der Entwickelung der Pflanzen verbundenen Wachsthums-Bewegungen nach zwei entgegengesetzten Richtungen nicht durch äussere Einflüsse, Licht, Wärme, Luft, Feuchtigkeit, oder die Schwere ursprünglich bestimmt werden. Jene Bewegungen sind von den genannten äusseren Einflüssen nur insofern abhängig, wie wir späterhin beim Keimen bemerken werden, als sie Bedingungen für die Aeusrungen der Bildungskraft abgeben. Wir müssen sie daher als Wirkungen einer dem Keime selbst inwohnenden, das Bilden und Wachsen der Pflanzen bestimmenden und regelnden Kraft ansehen. Eben diese Kraft ist wohl keine andere als die Bildungs-Thätigkeit. In ihr scheint der zureichende, wiewohl in der Wirkungsart unbekannte Grund für die Wachsthums-Bewegungen enthalten zu seyn. Ferner darf angenommen werden, dass jene Kraft hierbei nicht nach Gesetzen verfährt, welche für die durch mechanische Ursachen hervorgebrachten Bewegungen geltend sind. Dutrochet's Behauptung, dass jene Bewegungen der Pflanzen durch eine der Nervenkraft ähnliche Thätigkeit *(Nervimotilité des végétaux)*, unter dem Einflusse äusserer Agentien bewirkt würden, ist eine aller Beweise ermangelnde Hypothese.

Obgleich wir die Bildungskraft als die innere bedingende Ursache der Wachsthums- und Entwickelungs-Bewegungen und deren Richtungen ansehen, so lässt sich doch nicht in Abrede stellen, dass sie durch äussere auf die Pflanzen influirende Agentien zu grösserer Thätigkeit aufgereizt und innerhalb gewisser Schranken in ihren Wirkungen bestimmt werden können. So ist es bekannt, dass die Wurzeln, wenn man sie entblösst, und einen mit Wasser gefüllten Schwamm neben sie legt, sich diesem nähern. Ferner ist es erwiesen, dass sich die Wurzeln vorzüglich nach solchen Richtungen hinziehen und verlängern, wo ihnen reichliche Nahrungsmaterien dargeboten werden. Dies scheint eine Folge des einwirkenden Reizes zu seyn, den

Digitized by Google

diese Materien auf die Wurzelfasern ausüben, und wodurch in ihnen eine Steigerung der Ernährung und des Wachsthums hervorgebracht wird. Wir bemerken ferner, dass das Treiben und Wachsen der Zweige, Blätter und Blüthen vorzüglich an den Seiten erfolgt, wo ein lebhafteres Licht die Pflanzen trifft, und dass sie in Treibhäusern und Kellern sich gegen das Licht hinneigen und hinwachsen. Auch dies erfolgt wohl durch den Licht-Reiz, welcher die Bildungskraft der Gewächse zu grösserer Thätigkeit aufregt. Endlich nehmen wir wahr, dass an Pflanzen krankhafte Bildungen an solchen Theilen entstehen, welche einer ungewöhnlichen Reizung ausgesetzt sind, wie dies bei dem Entstehen von Auswüchsen nach Insekten-Stichen oft der Fall ist.

§. 479.

Zu den auffallenden Bildungs- und Wachsthums-Bewegungen gehören ferner das Winden und Ranken mehrerer Pflanzen, wodurch sie sich gegen Körper hinbewegen, sie in Spiral-Linien umfassen, sich festhalten und aufrichten. Eine Neigung zu spiralförmigen Drehungen beim Wachsen bieten, nach Du Petit Thouar's und De Candolle's [1] Bemerkungen, die Stämme und Stengel vieler Pflanzen dar. Auch die Blätter der meisten Pflanzen sind in Spiral-Linien angeordnet, wie Calandrini an den Fichten und Tannen, und Jussieu an der *Araucaria* beobachtet haben. Eine Anlagerung der Blätter in fünf Spiral-Linien hat Cassini [2] an mehreren Gewächsen nachgewiesen. De Candolle [3] hat ferner gezeigt, dass die in *Quincunce* gestellten Blätter eine einfache Spiral-Linie bilden, während die Blätter von *Pandanus* und *Dracaena* in drei nebeneinander laufenden Spiral-Linien sich hinziehen, und die einiger Arten von *Euphorbia* und *Pinus* fünf bis sechs Spirale darstellen. Diese Linien ziehen sich bei einigen Gewächsen rechts, bei andern links. Eine ähnliche Lagerung in Spiral-Linien nimmt man an manchen Blüthen wahr. Ferner zeigen die Schuppen der Tannenzapfen und die Fruchtkapseln der *Medicago*-Arten diese Form. Selbst in dem Stengel des *Equisetum fluviatile* hat Vaucher eine Anordnung der Fasern im Spiral erkannt. Endlich bieten die in den meisten Gewächsen vorkommenden Spiral-Gefässe dieses Phänomen dar.

Digitized by Google

Am bemerkbarsten ist die Spiralform jedoch an dem sich windenden Stengel *(Caulis volubilis)* mehrerer Gewächse, der sich in Spiral-Linien um sich selbst und um eine Stütze dreht. Am häufigsten zeigt er sich bei Gewächsen der Tropen, seltener bei solchen der gemässigten Länder, und bei denen der kalten verschwindet er ganz. Vorzüglich sind es die Pflanzen der Familien der Convolvulaceen und Leguminosen, die einen solchen Stengel haben. In Betreff der Richtung des Windens hat man beobachtet, dass einige, und zwar die grössere Anzahl sich links windet, wie die Arten der Gattungen *Cocculus*, *Menispermium*, *Nissolia*, *Dolichos*, *Abrus*, *Cuscuta*, *Convolvulus*, *Calystegia*, *Ipomaea*, *Thunbergia*, *Clitoria*, *Passiflora*, *Periploca*, *Momordica*, *Lithsomia*, *Banisteria*, *Asclepias*, *Cynanchum*, *Tragia*; andere rechts, wie *Calyptrion*, *Basella*, *Lonicera*, *Tamnus*, *Humulus*, *Polygonum*, *Morinda*, *Dioscorea*. Die Ursache dieser verschiedenen Richtung ist nicht bekannt. Erwiesen hingegen ist es, dass sich das Winden in einer andern Richtung als der, welche den Gewächsen eigen ist, nicht verändern lässt, indem dadurch ihr Wachsthum verhindert wird. Manche Pflanzen brechen ab, verwelken, wenn man ihnen eine andere Richtung geben will, wie Broussonet [4] dargethan hat.

1) *Organographie végétale. T.* 1. *p.* 154.

2) *Journal de physique. Mai* 1821.

3) A. a. O. *T.* 1. *p.* 338. *Toutes les dispositions des feuilles peuvent se réduire à deux classes, savoir:* 1) *les feuilles verticilles qui, quand le verticille est réduite au minimum, deviennent opposées;* 2) *les feuilles en spirale qui, quand la spirale est réduite au minimum, deviennent alternes.*

4) *Mém. de l'Acad. des sc. de Paris.* 1784. *p.* 612.

§. 480.

Nach den schätzbaren von Palm [1] angestellten Versuchen zeigen die Winde-Pflanzen bei ihrem ersten Erscheinen über der Erde keine Spur von Spiral-Bewegungen, sie beginnen erst nach Bildung eines oder mehrerer Internodien. Anfangs erfolgen die Krümmungen sehr langsam, so dass sie binnen 24 Stunden kaum einen Kreis beschreiben. Bei zunehmendem Wachsthume werden sie schneller, und

Digitized by Google

bilden während eines Tages vier bis acht Kreise; doch ist dies von äusseren das Wachsthum der Pflanzen befördernden Einflüssen, warmer Witterung, Licht, Feuchtigkeit abhängig. Am Tage erfolgt das Winden schneller als in der Nacht; bei hellem Sonnenschein rascher als bei trübem Wetter. Stösst ein Gewächs bei seiner kreisförmigen Bewegung auf einen senkrecht stehenden oder nur wenig geneigten Körper, eine Stütze, so legt es sich an denselben an, umfasst ihn, und wächst in spiralförmigen Krümmungen aufwärts. Die Beschaffenheit der Stützen, ihre verschiedene Form, Farbe, Materie, hat keinen Einfluss auf die Bewegungen, und sie üben keine Anziehung auf die Gewächse aus. Doch sollen einige Pflanzen sich gewissen Gewächsen nicht nähern und sich nicht um dieselben winden. Ob dies vielleicht von der Ausdünstung der Pflanzen abhängt, ist nicht ausgemacht. Ferner windet sich die *Cuscuta* nur um lebende Pflanzen. Finden Winde-Pflanzen in ihrer Nähe keine Stütze, so sinken sie nieder und drehen sich um einander. Mit dem Aufhören des Wachsthums in die Länge, was meistens zur Zeit des Treibens der Blüthen eintritt, ist das Winden beendigt. Aussere Einflüsse, Licht, Wärme, Luft und Feuchtigkeit erregen das Winden nur in so fern, als sie nothwendige Bedingungen zum Wachsthume sind, und sie beschleunigen es, indem sie die Ernährung und das Wachsthum befördern. Das Licht, als dasjenige Agens, welches am meisten Einfluss auf die Bewegungen der Winde-Pflanzen hat, insoweit es das Wachsthum beschleunigt, vermag nicht die Richtung der Spirale zu ändern. Elektricität, Galvanismus und Magnetismus auf Winde-Pflanzen angewendet, scheinen keinen Einfluss auf die Bewegungen zu haben. Nur der Galvanismus soll nach Palm's Versuchen das Winden, durch Beförderung des Wachsthums, beschleunigt haben. Der Grund des Windens scheint nicht in dem Bau der Gewächse zu liegen, denn dieser bietet keinen wesentlichen Unterschied von den andern Pflanzen dar; ferner ist derselbe bei verschiedenen Gattungen verschieden; und endlich zeigt er keinen Unterschied bei den Winde-Pflanzen von dem solcher Arten einer Gattung, die sich nicht winden. Da das Winden in den jungen Theilen der Pflanze beginnt, noch ehe sich eine Spur der vollkommneren Ge-

Digitized by Google

webe zeigt, und ehe Spiralgefässe gebildet sind, so kann es diesen nicht zugeschrieben werden. Dagegen spricht ferner, dass solche Gefässe einigen Winde-Pflanzen, wie der *Cuscuta*, fehlen, und dass, wo diese Gefässe vorhanden sind, sie diesen Gewächsen nicht ausschliesslich zukommen.

Aus diesen Untersuchungen ergibt sich, dass die Bewegung des Windens Lebens-Aeusserungen sind, die weder, wie Senebier annahm, von blossen mechanischen Ursachen abhängen, noch auch, wie Fontana vermuthete, als Wirkungen der Muskel-Contractilität angesehen werden können, indem die Bewegungen nicht mit deutlicher Zusammenziehung verbunden sind und nicht durch Reize veranlasst werden, welche in lebenden Muskeln Contractionen erregen. Das Winden ist offenbar die Folge von Wachsthums-Bewegungen, wie Broussonet und Palm richtig bemerkt haben, die unter günstigen äusseren, die Entwickelung und das Wachsthum befördernden Einflüssen eintreten. Mit ihm scheint zugleich ein vermehrter Andrang von Säften, eine Turgescenz-Bewegung, durch den Licht-Reiz erregt, verbunden zu seyn, der eine grössere Spannung und Bewegung hervorbringt.

1) Ueber das Winden der Pflanzen, eine von der medicinischen Facultät der Universität Tübingen gekrönte Preisschrift. Stuttgart 1827. 8.

§. 481.

Eine andere Bewegung der Pflanzen wird mittelst eigener Werkzeuge, den Ranken *(Cirrhi)*, zu Stande gebracht, mit denen sie sich beim Wachsen an Körpern anhalten, und an solchen gleichsam heraufklettern. Sie kommen im Ganzen nur bei einer geringen Zahl von Gattungen vor, und zeigen Verschiedenheiten. Bei einigen nehmen sie ihren Ursprung aus den Blattwinkeln, und sind schneckenartig aufgerollt, wie bei den Gattungen *Cucumis*, *Cucurbita*, *Passiflora* und *Smilax*. Bei andern Gewächsen stehen sie den Blattstielen gegenüber und sind nicht zur Ausbildung gelangte oder unfruchtbare Blumenstiele, wie bei *Vitis* und *Cissus*. Gewöhnlich zeigen sich diese ästig und haben an ihrem Ende eine leichte Krümmung in Form eines Häkchens, mit dem sie sich an Körpern festhalten, sie umfas-

Digitized by Google

sen und um dieselben winden. Einige Gewächse, wie die *Viceen* und die *Cobaea* haben Ranken an den Spitzen der gefiederten Blattstiele. Endlich nehmen die Blattstiele eine rankenartige Form an, wie bei *Adlumia cirrhosa* und einigen Arten von *Clematis*. Aus Palm's Versuchen ergibt sich, dass die Ranken eine doppelte Art der Bewegung machen, die aber nicht nach bestimmten Richtungen erfolgt, und durch die Berührung fremder Körper vor beendigtem Längen-Wachsthum deutlicher hervortritt. Manche Ranken, wie die der Kürbisse und Gurken sind von ihrer ersten Entstehung an gewunden, strecken sich dann und nun erst nehmen sie in entgegengesetzter Richtung die Spiralform an. Trifft die Ranke während des zweiten Aufrollens einen Gegenstand, so windet sie sich um denselben. Die Ranken der Leguminosen winden sich in verschiedenen Richtungen um fremde Körper, als Holz, Faden, Glas, Metall, Seide und lebende Pflanzen ohne Unterschied, nur nicht um *Hedera helix*, gegen welche Pflanze die Ranken eine Abneigung zu haben scheinen. Die Bewegungen des Rankens gehen mit dem Längen-Wachsthum parallel und hören mit ihm auf. In Betreff des Einflusses der Imponderabilien und der Feuchtigkeit verhalten sie sich ganz wie die Winde-Pflanzen. Einflüsse, welche das Wachsthum befördern, beschleunigen das Ranken. Spuren von einem der Muskel-Contractilität ähnlichen Zusammenziehungs-Vermögen zeigen sich durchaus nicht. In ihrem Bau lässt sich nichts von dem der übrigen Theile derselben Pflanzen und von den andern Pflanzen derselben Gattung Verschiedenes bemerken. Ferner ist auch hier die Spiralform deutlich, bevor sich noch die vollkommenen Gewebe und Spiralgefässe gebildet haben.

§. 482.

Alle mit der Bildung und Entwickelung der verschiedenen Gebilde der Pflanzen verbundenen Ernährungs- und Wachsthums-Bewegungen müssen wir als Lebens-Aeusserungen ansehen, welche nicht durch mechanische Ursachen, sondern allein durch ein inneres Princip, die Bildungskraft, hervorgebracht und geregelt werden. Aeussere Einflüsse oder Reize auf die lebenden Gewächse sind zwar zu den

Digitized by Google

Aeusserungen des Bewegens nothwendig, aber nur in so weit als sie die Bildungskraft zur Thätigkeit auffordern. Sie bestimmen jedoch die Richtung der Bildungs-Bewegungen nicht, sondern diese ist in der Eigenthümlichkeit der Bildungskraft jeder Pflanzen-Art begründet, die selbst wieder in ihrem Wirken von dem Hervorbringungs-Geschäfte der Pflanzen-Samen durch elterliche Organismen abhängig ist. Die Entwickelungs und Wachsthums-Bewegungen werden ferner durch mancherlei äussere Einwirkungen aufgehoben, welche die Bildungskraft tilgen, wie durch einen sehr hohen Grad von Wärme und Kälte, durch starke elektrische Erschütterungen, und durch Gifte.

In jedem Gewächse äussert sich die Bildungskraft auf eine eigenthümliche, der Art, zu der es gehört, adäquate Weise, und sie bewirkt der Zeit, der Form und der Mischung nach die mit der Entwickelung und dem Wachsthume der verschiedenen Theile verbundenen Bildungs-Erscheinungen, die nicht durch die Quantität und Qualität der Reize in ihrem Wesen verändert werden, sondern nur in einem geringen Grade innerhalb bestimmter Schranken modificirbar sind.

III. *Bewegungen der Kügelchen in den Bildungssäften.*

§. 483.

Den in dem Bildungs- oder Nahrungs-Safte der Gewächse enthaltenen Kügelchen kommt, gleich den Blutkügelchen der Thiere, die Eigenschaft zu, sich zu bewegen, wie aus den schon früher (§. 287.) erwähnten Beobachtungen von G. R. Treviranus und Schultz erhellet. Bewegungen in verschiedenen Richtungen hat auch C. Mayer[1] mit Hülfe des Mikroscops an den Kügelchen des aus durchschnittenen Blättern von *Vallisneria spiralis*, *Chara vulgaris*, *Anthericum rostratum* und *Tropaeolum majus* ausfliessenden Saftes beobachtet. Desgleichen hat er Bewegungen an dem noch in den Zellen und Gefässen der *Vallisneria Chara* und *Lemna polyrhiza* enthaltenen Saftes wahrgenommen. Die Bewegungen erfolgten bei der Einwirkung des Lichts lebhafter. Ferner hat Meyen[2] die Bewegungen der Saftkügelchen in den Zellen der *Chara*, *Vallisneria*, *Hy-*

Digitized by Google

drocharis, *Stratiotes*, *Sagittaria*, *Cucurbita*, *Cucumis*, *Potamogeton* gesehen. Sie wurden durch den Einfluss der Wärme beschleunigt, durch Kälte langsamer gemacht. Im luftleeren Raum hörten sie auf. Durch scharfe Substanzen wurden sie aufgehoben. Als ein weiterer Grund für das eigenthümliche Bewegen der Saft-Kügelchen lassen sich noch die Bewegungen der grünen Körner in den Gliedern der Conferven anführen, welche mit Hülfe des Mikroscops von Ingenhouss [3], Girod Chantran [4], Vaucher und L. C. Treviranus beobachtet worden sind.

1) A. a. O. S. 31.

2) *Nov. Act. Ac. Nat. Curios. T.* 13. *P.* 2. Anatomisch-physiologische Untersuchungen über den Inhalt der Pflanzen-Zellen. Berlin 1828. 8. S. 70.

3) Vermischte Schriften, übersetzt von Molitor. B. 1. S. 78. S. 218.

4) *Recherches chimiques et microscopiques sur les Conferves, Bisses, Tremelles etc. Paris* 1802. *p.* 88.

§. 484.

Bewegungen sind ferner an den sphärischen Körperchen der Körner des Blütenstaubs (*Pollen*) beobachtet worden, welche neuerlichst Veranlassung zu Streitigkeiten gegeben haben. Needham und Gleichen hatten schon wahrgenommen, dass beim Aufspringen der Pollenkörner kleine Körperchen hervortreten, die in Wasser gelangt sich gleich Aufguss-Thierchen bewegen. Schmiedel [1] sah, dass selbst aus den kleinen Kügelchen, die sich an den Stengeln der *Jungermannia pusilla* befinden und die Hedwig für männliche Zeugungs-Organe gehalten, kleine Körperchen ausgeworfen werden, die im Wasser lebhaft oscilliren. Ein ähnliches Phänomen bemerkte der jüngere Nees [2] an den Kügelchen der Antheren von *Sphegnum capilliforme*. Kreisende Bewegungen an den Partikelchen des Pollens von *Portulaca spinosa* nahm Amici [3] wahr. Guillemin [4] beobachtete gleichfalls, dass beim Platzen der Pollen-Körner eine Flüssigkeit hervortritt, die sich nicht mit Wasser mischt, und eine grosse Anzahl sehr kleiner Kügelchen enthält, welche sich eine Zeit lang bewegen. Er verglich sie mit den Samenthierchen. Alex. Brogniart [5] hat ferner kleine sphärische oder elliptische Körperchen in den Körnern des Blüthenstaubs von *Pepo macrocarpus*, mehreren

Digitized by Google

Malvaceen und vieler andern Gewächsen erkannt, und deren Bewegungen nach dem Aufspringen der Körner im Wasser beobachtet. Bei der ersteren äusserten sich die Bewegungen als ein langsames Oscilliren mit Orts-Veränderung verbunden. Bei *Hibiscus palustris* und *syriacus*, *Sida hastata*, sowie bei *Rosa practeata* waren die Bewegungen der Kügelchen sehr lebhaft, wobei sie zuweilen ihre Form änderten und sich krümmten. Diese Körperchen, welche er Samenkörner *(Granules spermatiques)* nennt, und die bei den verschiedenen Gattungen von Gewächsen eine verschiedene Grösse und Form zeigen, hält auch er für analog mit den Samenthierchen, und schreibt ihnen gleich diesen eine eigenmächtige, nicht von aussen mitgetheilte Bewegung zu. Im Weingeist wird ihre Bewegung aufgehoben.

Robert Brown [6] sah aus den platzenden Pollen-Körnern der *Clarkkia pulchella* Partikelchen hervortreten, die in der Form zwischen der cylindrischen und eyförmigen die Mitte hielten, und im Wasser sich bewegten. Die Bewegung der Theilchen bestand nicht bloss in einer Orts-Veränderung ihrer relativen Lage, sondern auch nicht selten in einer Veränderung ihrer Gestalt, indem eine Krümmung der Theilchen bemerkbar war. Er überzeugte sich, dass die Bewegungen weder von Strömungen in der Flüssigkeit, noch von deren allmähligen Verdunstung herrührten. Solche Partikelchen, oder Molekülen, wie er sie nennt, hat er auch in den Körnern des Blüthenstaubs vieler andern Gewächse der verschiedenen Familien der beiden grossen Abtheilungen der phanerogamischen Pflanzen erkannt. Bald hatten sie eine längliche, bald eine sphärische Form, und immer zeigten sie Bewegungen mit Orts-Veränderung verbunden, zuweilen auch mit Veränderung der Gestalt. Bei mehreren Pflanzen aus verschiedenen Familien, besonders den Gramineen, deren Pollenkörner durchsichtig sind, sah er die Bewegungen der Molekülen in den Körnern selbst. Ferner hat er sich bewegende Molekülen in denjenigen Organen von cryptogamischen Gewächsen, namentlich Moosen und Equiseten, beobachtet, die einige Botaniker für Staubfäden gehalten haben. Bewegungen sah er nicht nur an den Partikelchen der Pollenkörner des frischen Blüthenstaubs, sondern auch an denen von Pflanzen, die seit zwan-

Digitized by Google

zig und hundert Jahren in Herbarien aufbewahrt waren. Ausserdem erkannte er sphärische und in Bewegungen begriffene Molekülen in andern Theilen von Gewächsen, die er im Wasser zerquetscht hatte.

Anfangs hielt er diese Molekülen für die von Buffon, Needham, Wrisberg, Mueller u. a. beschriebenen Elementar-Bildungstheilchen der organischen Körper, indem er sie sowohl in den vegetabilischen als animalischen Geweben wahrnahm, wenn er sie lebend oder todt im Wasser zerdrückte und auf das feinste zertheilte. Von dieser Meinung aber kam er bei weiteren mikroscopischen Untersuchungen unorganischer Körper zurück; denn er beobachtete ähnliche sphärische und in Bewegung begriffene Molekülen nicht nur in fossilem Holze, sondern selbst an Glas, Granit, Obsitian, Lava, Bimstein, Mangan, Nikel, Wissmuth, Arsenik und andern gepulverten und fein im Wasser zertheilten unorganischen Substanzen. Auch in der Asche von verbrannten organischen Materien, von Holz, Leinwand, Papier, Baumwolle, Wolle, Seide, Haaren und Muskelfasern, die in Wasser gebracht worden waren, sah er ähnliche, Bewegungen ausübende Molekülen. Er vermuthet daher, dass alle festen Körper des organischen und unorganischen Reichs aus selbstthätigen Theilchen *(actives molecules)* zusammengesetzt seyen. Die kleinsten beweglichen Partikelchen hätten eine sphärische Form, und ihre Grösse betrage $^1/_{20000}$ bis $^1/_{30000}$ Theil eines Zolls. Im Wasser vertheilt und in demselben schwebend sollen sie Bewegungen ausüben, die ihnen weder durch Strömungen, noch in Folge der Verdunstung mitgetheilt werden, sondern die sie eigenmächtig oder selbstthätig vollziehen.

Zufolge dieser Untersuchungen scheinen die Bewegungen der in den Pollen-Körnern enthaltenen Theilchen keine organische oder Lebens-Aeusserungen zu seyn. Auch Raspail [7] glaubte aus seinen Versuchen und Beobachtungen schliessen zu müssen, dass die obigen Körperchen nicht für Samenthierchen zu halten seyen, sondern sie seyen Tröpfchen einer harzigen Substanz, die durch das Auswerfen getheilt und durch ihre geringe Anziehung zum Wasser, in welchem sie schwimmen, von einander entfernt gehalten würden.

Digitized by Google

Weitere Versuche, namentlich über das Verhalten verschiedener Reizmittel zu den Partikelchen des Blüthenstaubs, müssen also entscheiden, ob ihre Bewegungen für Lebens-Aeusserungen zu halten sind, oder nicht.

1) *Icones plantar. et anal. part. Fasc.* 1. *p.* 83. *Tab.* 22. *Fig.* 8.

2) Flora oder botanische Zeitung. 1822. Nro. 3.

3) *Memorie della Societa Italiana della Scienze residente in Modena. T.* 19. 1823.

4) *Recherches sur la génération et le développement de l'embryon dans les végétaux phanérogames;* in *Annales des sc. natur. T.* 12. *p.* 14. — *Nouvelles recherches sur le pollen et les granules spermatiques des végétaux;* in *Annales des sciences naturelles. Nov.* 1828. *p.* 381.

5) *Recherches microscopiques sur le pollen*; in *Mém. de la société d'hist. natur. de Paris.* 1825. *Nro* 2.

6) *A brief account of microscopical observations made on the particles contained in the pollen of plants; and on the general existence of active molecules in organic and inorganic bodies. London* 1828. 8. Auch in *The philosophical Magazine and Annals of philosophy. New series Sept.* 1828. *p.* 161. *Additional remarks on active molecules by R. Brown. July* 1829.

7) *Observations and Experiments tending to demonstrate that the granules which are discharged in the explosion of a grain of pollen, instead of being analogues to spermatic animalcules, are not even organized bodies;* in *The Edinburgh Journal of Science, January* 1829. *p.* 96.

§. 485.

Endlich müssen noch die merkwürdigen Bewegungen der Keimkörner verschiedener Conferven angeführt werden, welche sich nach ihrer Trennung von dem elterlichen Körper gleich Infusorien bewegen. Solche Bewegungen hat Nees von Esenbeck [1] an den Fortpflanzungs-Körperchen von Nostoc und *Ectosperma clavata* Vaucher's beobachtet. G. R. Treviranus und Dittmar nahmen sie an den Keimkörnern von *Batrachospermum* Vaucher's und *Conferva compacta* Roth's wahr. Bory de Saint Vincent [2] sah die Fortpflanzung durch sich bewegende lebende Keime *(Zoocarpes)* an der zahlreichen Gruppe von conferven-ähnlichen Gewächsen, den Zoocarpeen seiner Familie der Arthrodieen. Gruithuisen [3] fand, dass die Fortpflanzungs-Körperchen einer kleinen Conferven-Art *(Conferva ferax*, die

Digitized by Google

Gattung *Saprolegnia* Nees von Esenbeck) sich wie Infusorien frei bewegten. Eine ähnliche Erscheinung hat Carus [4] wahrgenommen. Nees von Esenbeck [5] hat die Gattungen, an deren Keimkörnern Bewegungen beobachtet worden sind, in eine Familie gebracht, der er den Namen *Hydronemateae* beilegt, und die in vieler Hinsicht der der Arthrodieen Bory's entspricht. F. Unger [6] hat neuerlichst gleichfalls die Fortpflanzungs-Körperchen von *Ectosperma clavata* beobachtet. Er sah an den Faden grüne Kügelchen entstehen, die sich von denselben trennten und gleich Aufgussthierchen im Wasser umherschwammen. Da die Körperchen aufhörten, sich zu bewegen, entwickelten sie sich zu Conferven-Faden. Gaillon [7] und Desmazières [8] glaubten früher bemerkt zu haben, dass die Kügelchen, welche Bewegungen äussern, sich in Reihen aneinander fügen und dass dadurch neue Conferven-Faden entstehen. Eine ähnliche Meinung, dass die Priestleyische grüne Materie sich aus einer Vereinigung von Infusorien bilde, und wieder in Infusorien zerfalle, hatten Ingenhouss [9], G. R. Treviranus [10], Girod Chantran u. a. geäussert.

Obige Beobachtungen scheinen auf eine nicht zu bezweifelnde Art darzuthun, dass die Keimkörner mancher Conferven Bewegungen äussern, die denen der Infusorien ähnlich sind, und dass diese Körperchen, nachdem ihnen eine Zeit lang diese Art des Lebens eigen gewesen ist, nach Art der Samenkörnchen anderer Cryptogamen keimen, und Conferven-Faden darstellen.

1) Die Algen des süssen Wassers. Bamberg 1814.

2) *Diction. classique d'hist. natur. T.* 1. *Article Arthrodiées.*

3) *Nova Act Ac. Leopold. Carolin. Nat. curios. T.* 10. *p.* 437.

4) *Ibid. T.* 11. *p.* 491.

5) *Ibid. T.* 11. *P.* 2. *p.* 518. Er theilt die *Hydronemateae* auf folgende Weise ab:

A) *Tremelloideae*, Nostoc, *Syncollesia* Nees.

B) *Oscillantia*, *Bacillaria*, *Oscillatoria* Thunberg, *Diatoma* Nees.

C) *Confervoidea*, *Saprolegnia* Nees, *Achlya* N., *Pythium*, *Zoocarpea*, *Ectosperma.*

6) Die Metamorphose der *Ectosperma clavata.* Vaucher. *Ibid. T.* 13. *P.* 2. *p.* 789.

7) *Annales des sc. natur. T.* 1. *p.* 309.

Digitized by Google

8) *Ibid. T.* 10. *p.* 42.
9) Vermischte Schriften. B. 2. S. 218. B. 3. S. 33.
10) Biologie. B. 2. S. 338. 344. 350.

IV. *Bewegung der Saft-Gefässe.*

§. 486.

Dass der Saft in den Gewächsen durch eine lebende Rückwirkung oder Zusammenziehung der Wandungen der Saft-Gefässe bewegt werde, haben mehrere Physiologen, Saussure, Hedwig, Gahagan, Brugmanns, Coulon, Towson [1], Corradori u. a. aus ihren Beobachtungen und Versuchen folgern zu müssen geglaubt. Einige haben die Zusammenziehung als Wirkung der organischen Contractilität oder Spannkraft *(Tonus)*, andere als solche der Muskel-Contractilität angesehen, wie bereits früher (§. 285.) angeführt worden ist. Lebende Zusammenziehung der Saft-Gefässe wollen neuerlichst Don [2] und Barbieri [3] beobachtet haben. Ersterer bemerkte, was schon Malpighi wahrgenommen hatte, dass die Spiralgefässe junger kräftiger Schösslinge von krautartigen Gewächsen in Bewegung gerathen, wenn sie getrennt werden. Die Bewegung dauerte bei seinen Versuchen einige Sekunden lang fort und schien nicht einer blossen mechanischen Wirkung zugeschrieben werden zu können. Da er ein kleines Stück der *Urtica nivea*, welches er so eben von einem lebenden Stengel losgerissen hatte, zwischen den Fingern hielt, sah er eine spiralförmige Bewegung, die er für die Aeusserung einer contractilen Kraft der lebenden Fasern hielt. Barbieri will mit Hülfe eines Sonnen-Mikroscops in den durchsichtigen Charen aus sehr zarten Häutchen bestehende Röhre erkannt haben, in denen der Saft kreist. In den Knoten sollen die Röhrchen mit hohlen Faden der Wurzeln in Verbindung stehen, welche der Einsaugung von Flüssigkeiten vorstehen. Ferner will er bemerkt haben, dass sich die Faden der Wurzeln abwechselnd in Spirallinien zusammenziehen und wieder ausdehnen. Er meint, dass dem Safte dadurch eine Bewegung ertheilt werde. Diese Beobachtungen, wenn sie anders richtig sind, scheinen der Ansicht günstig zu seyn, dass die Saftgefässe gegen den Saft zu-

Digitized by Google

rückwirken, und ihm eine Bewegung ertheilen, was mehrere Pflanzen-Physiologen geläugnet haben.

1) *Transactions of the Linnean Society. Vol.* 2. *p.* 211.

2) *On the general presence of spiral vessels in vegetable structure, and on the peculiar motion observable in detached pieces of the living bark of Urtico nivea; in Edinburgh New Philosophical Journal. Oct. Dec.* 1828. *p.* 21.

3) *Osservazioni ed esperienze intorno la circolazione della linfa in alcune spezie di Cara. Mantova* 1828.

V. *Bewegungen der Blätter.*

§. 487.

Die Blätter zeigen Bewegungen unter verschiedenen Verhältnissen. Bei den meisten Gewächsen befinden sie sich nicht nur in Folge der Entwickelung und des Wachsthums in einer bestimmten Stellung und Richtung, sondern sie nehmen auch dieselbe bei Veränderung durch mechanische Einwirkungen wieder an. Die Blätter vieler Pflanzen ändern ihre Richtung während den Tageszeiten. Bei manchen werden sie selbst durch äussere Einwirkungen und Reize verschiedener Art in Bewegung versetzt. Endlich sind die Blätter einiger Pflanzen in anhaltenden oscillirenden Bewegungen begriffen. Diese Bewegungen wollen wir genauer betrachten.

§. 488.

Die Blätter fast aller Pflanzen haben eine solche Stellung, dass eine ihrer Flächen, und zwar die am meisten gefärbte nach oben gerichtet und dem Einflusse des Lichts ausgesetzt ist, während die weniger lebhaft gefärbte nach unten gekehrt ist. Bringt man ein Blatt aus dieser Lage, wendet man es um, so nimmt es bald seine vorige Stellung wieder ein, wie Bonnet [1] durch viele Versuche erwiesen hat. Die Drehung erfolgt in den Blattstielen, oder in ihren Knoten und Gelenken, und zwar schneller bei den Blättern der Kräuter als der Bäume. Uebrigens zeigt sie sich sowohl bei den in der Luft, als bei den im Wasser lebenden Pflanzen, und bei ersteren, wenn ihre Zweige in das Wasser gebracht werden. Sie geschieht auch im luftleeren

Digitized by Google

Raume. Sie tritt am Tage und in der Nacht ein, doch rascher beim Einflusse des Sonnen-Lichts. Die Witterung hat Einfluss auf diese Bewegung, denn bei warmem, trocknem und hellem Wetter ist sie geschwinder als bei kaltem, nassem und trübem. Am schnellsten stellt sie sich bei heissem Sonnenschein ein. Sind die Blätter schon mehrmals umgedreht worden, so geht das Drehen langsam von statten. Oeftere Wiederholung des Versuchs ist dem Leben des Blatts nachtheilig. Werden die Blattstiele in den Knoten durchstochen, so erfolgt die Bewegung langsam, und nach mehreren Stichen hört sie ganz auf. Bemerkungswerth ist ferner, dass die Blätter an Zweigen, welche Dutrochet in einem gläsernen Ballon einer rotirenden Bewegung ausgesetzt hatte, ihre obere Fläche gegen den Mittelpunkt der Rotation, und ihre untere Fläche gegen die Peripherie richteten. Dies geschah vermittelst der Drehung in den Blattstielen.

1) *Recherches sur l'usage des feuilles dans les plantes. Goettingue et Leide* 1754. 4. *Sect.* 2. *Supplem. dans ses oeuvres. T.* 2. *p.* 460.

§. 489.

Das Bestreben der Blätter sich in einer Stellung und Richtung zu erhalten, die ihnen durch die Entwickelung und das Wachsthum ertheilt ist, und solche wieder anzunehmen, wenn sie durch eine äussere mechanische Gewalt verändert wurde, scheint in dem Strömen des Safts zu ihren Gefässen und einem dadurch hervorgebrachten Zustande von Turgescenz begründet zu seyn, von denen ihre Lage und Ausbreitung abhängig ist. Hiefür spricht, dass die Blätter der Gewächse, denen es an Wasser gebricht, in einen Zustand von Erschlaffung und Abspannung versetzt werden, und eine hängende Lage annehmen. So wie sie aber von Neuem Wasser einsaugen, so richten sich die Blätter schnell wieder auf und entfalten sich. Ferner lässt sich hiefür anführen, dass besonders der Einfluss des Sonnen-Lichts und der Wärme, welche das Strömen des Safts zu den Blättern fördern, und die Ausdunstung und den Austausch von luftförmigen Materien beim Athmen unterhalten, jene Bewegungen der Blätter beschleunigen. Auch

Digitized by Google

erfolgen die Bewegungen bei jungen in der Entwickelung begriffenen Pflanzen zur Frühlingszeit bei lebhafter Saftströmung schneller, als bei ältern zur Herbstzeit, wo die peripherische Saftströmung in Abnahme begriffen ist. Doch scheint auch den Blattstielen, ihren Gefässen oder ihrem Zellgewebe ein gewisser Grad von Contractilität zuzukommen, durch welche sie aus ihrer Lage gebracht, wieder in dieselbe zurückzukehren streben. Die Blätter von Pflanzen, die der Wirkung von giftigen Substanzen ausgesetzt waren, verlieren diese Eigenschaft.

§. 490.

Die Blätter sehr vieler Pflanzen zeigen nach dem Wechsel der Tageszeiten Veränderungen in ihrer Richtung. Dies Phänomen war schon einigermassen Theophrast und Plinius bekannt. Acosta [1] und Prosper Alpini [2] beobachteten es an den gefiederten Blättern einiger Gewächse der wärmern Länder. Linné [3] schenkte demselben seine besondere Aufmerksamkeit und legte ihm den nicht passenden Namen des Wachens und Schlafens bei. Weitere Beobachtungen hierüber wurden von J. Hill [4], R. Pultenby [5], R. A. Vogel [6], Zinn [7] u. a. angestellt.

Am Tage sind die Blätter entfaltet und ausgebreitet, und ihre obere Fläche ist bei der Einwirkung des Sonnenlichts meistens hohl oder etwas gerinnt. Die Blätter verschiedener krautartiger Gewächse, z. B. die von *Helianthus annuus*, *Helianthemum annuum*, *Croton tinctorium* u. a. folgen selbst in ihrer Stellung dem Laufe der Sonne.

Gegen Abend nehmen die Blätter eine andere Richtung an. Die einfachen gegen einander überstehenden Blätter richten sich entweder auf, so dass sich ihre obern Flächen berühren, wie bei mehreren Arten von *Atriplex* und *Asclepias;* oder sie legen sich an den Stengel an, wie bei *Sidon abutilon* und *Oenothera mollis.* Manche bilden einen die Blumen einschliessenden Trichter, wie *Malva peruviana*, *Iva annua*, und mehrere Arten von *Parthenium*, *Amaranthus* und *Datura.* Bei noch andern Pflanzen neigen sich die Blätter mit den Spitzen abwärts und decken die Blüthen nach Art eines Gewölbes, wie bei *Hibiscus sabdariffa*, *Impatiens noli tangere*, *Sigisbeckia orientalis*, *Millera*

Digitized by Google

quinqueflora u. a. Auffallender sind die zur Nachtzeit erfolgenden Bewegungen der zusammengesetzten und gefiederten Blätter, deren Stiele sich abwärts gegen den Stengel krümmen, und deren Blättchen eine andere Richtung annehmen. Bei mehreren Pflanzen erheben sich diese und legen sich mit ihren obern Flächen an einander, so bei *Colutaea arborescens, Hymenaea courbaril, Lathyrus odoratus, Psoralea pinnata* und den Arten von *Bauhinia*. Bei einigen, wie bei *Tamarindus indica, Gleditsia triacantha, Haematoxylon* u. a. neigen sich die geschlossenen Blättchen zugleich wie Dachziegeln über den Blattstiel. Bei *Lotus tetragonotus* und *Trifolium incarnatum* berühren sich nur die Spitzen der aufgerichteten Blättchen. Bei vielen Gewächsen endlich senken sich die Blättchen gegen die Erde und ihre unteren Flächen legen sich an einander, so bei *Robinia pseudacacia, Ipomaea aegyptiaca, Glycine abrus*, und mehreren Arten von *Lupinus, Cassia, Glyzirrhiza, Oxalis* u. a.

Zu diesen nach den Tageszeiten veränderlichen Bewegungen lässt sich ferner das periodische Oeffnen und Schliessen der Blatt-Schläuche von *Nepenthes destillatoria* und *Phyllamphora madagascariensis* zählen.

1) *Aromatum et medicaminum in orientali India nascentium liber. Antverp.* 1593. *p.* 216.

2) *De plantis Aegyptiae. ed.* Vesling. *Cap.* 10. *p.* 35.

3) *Diss. de somno plantarum, resp.* P. Bremer. *Upsal.* 1755. 4. *Amoenitat. academic. V.* 4. *p.* 333.

4) *The sleep of plants, and cause of the motion in the sensitive plant, explained. London* 1757. 12. 1762. 8.

5) *Observations upon the sleep of plants, and an account of that faculty, which Linnaeus calls Vigiliae florum; in Philos. Transact. Vol.* 50. *p.* 506.

6) *De statu plantarum quo noctu dormire dicuntur. Gotting.* 1759. 4.

7) Von dem Schlafe der Pflanzen; im Hamburger Magazin. B. 22. S. 40.

§. 491.

Die veranlassende Ursache jener Bewegungen suchten die meisten Pflanzen-Physiologen in dem Einflusse äusserer Agentien auf die Gewächse, und ihrer Veränderlichkeit

Digitized by Google

nach den Tageszeiten. Einige sahen sie als abhängig von dem Lichte an, andere schrieben sie der veränderlichen Temperatur, und noch andere dem verschiedenen Feuchtigkeits-Zustande der Athmosphäre zu. Bei dem Vorhandenseyn gewisser Reize am Tage würden die Blätter in Thätigkeit versetzt, und damit sey Ausbreitung verbunden. Bei dem Mangel von Reizen während der Nacht trete Ruhe, Erschlaffung und Zusammenfaltung der Blätter ein. Die verschiedene Richtung der Blätter nach den Tageszeiten, sowohl das Erheben und Ausbreiten am Tage, als das Senken und Schliessen in der Nacht, sind beide als Thätigkeits-Zustände anzusehen. Linné bemerkte schon, dass der Schlaf der Blätter nicht in einer Erschlaffung zu suchen sey, und sich von dem Senken beim Welkwerden, und wenn es den Pflanzen an Wasser gebricht, gänzlich unterscheide. Mit ihm ist vielmehr eine gewisse Spannung verbunden. Versucht man ein in diesem Zustande befindliches Blatt aus seiner angenommenen Lage zu bringen, so leistet es Widerstand, und sich selbst überlassen, schnellt es in dieselbe zurück, wie mehrere Pflanzenkundige beobachtet haben.

Für die Abhängigkeit der periodischen Bewegungen der Blätter von innern Lebens-Zuständen lässt sich ferner anführen, dass sie nach dem Vorgange der Ernährung und dem Wachsthume und der Entwickelung verschieden sind. **Bei jungen, kräftigen, üppig wachsenden und in der Entwickelung begriffenen Pflanzen erfolgen sie lebhafter, als bei alten, kränkelnden Pflanzen, und solchen, die schon abgeblüht haben.**

§. 492.

Die nach den Tageszeiten eintretende veränderte Richtung und Stellung der Blätter ist, gleich den Wachsthums- und Bildungs-Bewegungen, in einer innern Thätigkeit der Gewächse unter dem Einflusse äusserer Agentien, des Lichts und der Wärme, begründet. Zunächst scheinen sie durch eine verschiedene Strömung des Saftes und eine davon abhängige Turgescenz hervorgebracht zu werden. Bei der am Tage erfolgenden Einwirkung des Sonnenlichts und eines höhern Grads von Wärme werden die Ernährungs-

Digitized by Google

und Wachsthums-Bewegungen gesteigert, und die Bewegung des Saftes ist beschleunigt (§. 288.). Er steigt in grösserer Menge auf, ergiesst sich in die Gefässe der Blätter, und versetzt sie in einen Zustand von Turgescenz, der mit Entfaltung und Ausbreitung verbunden ist. Die Vorgänge des Athmens, die Ausdünstung und der Austausch von luftförmigen Materien erfolgen jetzt in den Blättern lebhafter und schneller (§. 309.). Sowie zur Nachtzeit beim Mangel des Sonnenlichts und bei verminderter Temperatur der Luft das vegetabilische Wachsthum beschränkt wird, die Saftbewegung langsamer und das Athmen weniger lebhaft erfolgt, strömt weniger Saft zu den Gefässen der Blätter und hierdurch wird wohl deren Zusammenfalten hervorgebracht. Der Saft scheint sich dann mehr in den Knoten und Wülsten der Blattstiele anzuhäufen, vielleicht tritt selbst der Saft aus den Gefässen der Blätter in diese zurück. Dadurch wird ein Turgor und ein gewisser Grad von Spannung in diesen veranlasst, welcher ihre veränderte Richtung und Stellung zur Folge hat. Der Grund, dass sich die Blätter und Blättchen bei einigen Pflanzen zur Nachtzeit in den Knoten und Wülsten der Battstiele abwärts krümmen, bei andern dagegen aufrichten, liegt muthmasslich in der verschiedenen Anordnung und Lagerung der Saftgefässe in den Knoten und Wülsten der Blattstiele, worüber aber noch keine anatomische Untersuchungen angestellt sind. Zu Gunsten der Abhängigkeit der Bewegungen der Blätter von dem verschiedenen Strömen des Safts und des dadurch hervorgebrachten verschiedenen Grads von Turgescenz unter dem Einflusse der Wärme und des Lichts lässt sich anführen, dass manche Gewächse z. B. *Euphorbia lathyris*, *Ocymum fruticosum*, *Asclepias curassavica*, *Solanum bahamense* u. a. bei der Kälte des Herbstes eine ähnliche Veränderung in der Richtung der Blätter zeigen, wie die sogenannten schlafenden Pflanzen zur Nachtzeit; ferner, dass die gefiederten Blätter vieler Pflanzen an kalten Tagen sich gar nicht oder nur wenig erheben und ausbreiten. Adanson[1] und Bonnet haben beobachtet, dass die Blätter bei Annäherung eines heissen oder glühenden Eisens gegen ihre obere Fläche sich ebenso aufrichten wie bei der Einwirkung der

Digitized by Google

Sonnenstrahlen. Gewächse, die längere Zeit dem Einflusse des Sonnenlichts entzogen sind, verlieren die Eigenschaft die Blätter zu entfalten und auszubreiten. Ausserdem sind einige Beobachtungen von Hill und Zinn bekannt, dass die Blätter sich am Tage senkten, wenn die Pflanzen an dunkele Orte gebracht wurden, und sich wieder erhoben und ausbreiteten, da sie von Neuem dem Lichte ausgesetzt wurden. Ja man sah selbst, dass die Blätter einiger Pflanzen zur Nachtzeit durch künstliche Beleuchtung von Lampen zum Heben und Ausbreiten bestimmt wurden.

1) *Famille des plantes. T.* 1. *p.* 55.

§. 493.

Mit der nach den Tageszeiten veränderlichen Strömung des Saftes und der davon abhängigen Turgescenz in den verschiedenen Theilen der Blätter scheint zugleich ein verschiedener Grad von Zusammenziehung in den Saftgefässen und den Zellengeweben der Blätter und ihrer Stiele verbunden zu seyn. Hiefür spricht die Wirkung verschiedener durch die Wurzeln aufgesaugter Substanzen, welche die Vitalität der Gewächse ändern und dadurch auch ihre Beweglichkeit modificiren oder aufheben. Schuebler und Zeller [1] fanden bei Versuchen der Art, dass die Blätter der Arten von *Acacia*, *Cassia* und *Mimosa*, nach der Einsaugung narkotischer Substanzen, des Extracts von Opium und *Nux vomica*, sowie der *Aqua laurocerasi*, des Vermögens beraubt wurden, die Blätter zu bewegen, sich des Nachts zu senken und zusammenzulegen, sie blieben ausgebreitet und fielen nach und nach ab, oft erst nach mehreren Tagen, wiewohl noch grün. Bei der Einsaugung einer Kampfer-Auflösung legten sich die Blättchen zusammen, wie zur Nachtzeit, aber sie entfalteten sich nicht wieder. Wurden Zweige, deren Blätter geschlossen waren, in Auflösung narkotischer Substanzen gestellt, so blieben sie in diesem Zustande, ohne ihre Blättchen am Tage wieder auszubreiten, und starben allmählig ab. Goeppert [2] sah, dass die Blätter von *Coronilla securidata*, *Tamarindus indica*, *Acacia Farnesiana*, *Poinciana pulcherrima* aufhörten, sich nach den Tageszeiten zu bewegen, nachdem Zweige derselben in Wasser mit Blausäure und blausauren Salzen, oder in

Digitized by Google

Wasser von bittern Mandeln, Kirschlorbeer und andern ähnlichen Giften gebracht waren. Die Wirkung dieser Substanzen lässt sich wohl nicht anders als durch die Annahme deuten, dass sie die Contractilität vernichten, mit der die Saftgefässe der Pflanzen begabt zu seyn scheinen, und dass nach deren Tilgung die Saftbewegung und die davon abhängige Turgescenz in den Blättern aufgehoben wird.

1) Schweigger Jahrbücher der Chemie u Physik. 1827. Hft. 5. S. 62.

2) *De acidi hydrocyanici vi in plantas commentatio. Vratislaviae* 1827. 8. *p.* 26.

§. 494.

Die Blätter mancher Gewächse bewegen sich nicht nur nach den Tageszeiten, sondern sie gerathen auch bei äusseren Einwirkungen oder Reizen verschiedener Art in Bewegung. Dies Phänomen ist an mehreren Pflanzen der wärmeren Länder, besonders der Familien der Leguminosen, und zwar den Arten von *Mimosa (pudica, sensitiva, casta, viva, asperata, humilis, pellita, dormiens* u. a.*), Desmanthus (diffusus), Schrankia (aculeata), Smithia (sensitiva), Aeschynomena (sensitiva, indica, pumila), Oxalis (sensitiva), Dionaea (muscipula)* und *Averrhoa (carambola)* wahrgenommen worden. Die zahlreichsten Beobachtungen und Versuche wurden an Mimosen, vorzüglich *Mimosa pudica*, von Hooke [1], Mauckart und Cammerer [2], Mairan [3], Du Fay [4], Du Hamel [5], Oehme [6], Th. Percival [7], Gahagan [8], Comparetti [9], Lindsay [10], G. C. Sigwart [11], Dutrochet [12], Burnet und H. Mayo [13] angestellt, deren Haupt-Ergebnisse wir in gedrängter Kürze mittheilen wollen.

1) *Observations on the humble and sensible plants;* in *Micrographia. London* 1667. *fol. p.* 116.

2) *Disquisitiones botanicae de herba mimosa. Tübingae* 1688.

3) *Hist. de l'Acad. des sc. de Paris.* 1729. *p.* 35.

4) *Observations sur la sensitive;* in *Mém. de l'Acad. de Paris.* 1736. *p.* 87.

5) *Physique des arbres. T.* 2. *p.* 158.

6) Beschäftigungen der Berliner Gesellsch. Naturforsch. Freunde. B. 2. S. 79. B. 3. S. 138.

7) *Mem. of the Society of Manchester. V.* 2. *p.* 114.

8) *Observations on the irritability of plants;* in Duncan *Medical Commentaries* 1790. *Dec.* 2. *Vol.* 4. *p.* 375.

Digitized by Google

9) *Nouvelles recherches sur la structure organique relativement à la cause des mouvemens de la sentitive commune;* in *Mém. de l'Acad. de Turin.* 1790—91. *V.* 5. *p.* 209.

10) In einem Manuscript, welches in der Bibliothek der königlichen Gesellschaft in London aufbewahrt wird, dessen Smith (*Introduction to botany p.* 29.), und Burnett und Mayo erwähnt haben.

11) Bemerkungen über die Bewegungen der *Mimosa pudica;* in Reil's Archiv für die Physiologie. B. 12. S. 13.

12) *Observations sur les mouvemens de la sensitive (Mimosa pudica);* in *Recherches anatomiques et physiologiques sur la structure intime des animaux et des végétaux. Paris* 1824. *Sect.* 2. *p.* 52.

13) *Quarterly Journal of Science. July—Sep.* 1827.

§. 495.

Bei *Mimosa pudica*, einem Gewächse des wärmeren Amerika's, mit dem uns Clusius zuerst bekannt gemacht hat, sitzen meistens zwei bis drei Paar Blätter auf einem gemeinschaftlichen Blattstiele. An der Verbindung mit dem Stengel hat er einen drei bis vier Linien langen, von kurzen Haaren bedeckten Knoten oder Wulst. Jedes einzelne Blatt ist gefiedert und bildet gleichfalls einen kleinen Wulst an der Vereinigung seines Stiels mit dem Hauptstiele. Auch die gegeneinander überstehenden Blättchen zeigen an ihren Stielchen kleine Wülste. In diesen angeschwollenen Stellen haben allein die Bewegungen statt.

Am Tage sind sämmtliche Haupt-Blattstiele fast unter rechten Winkeln gegen den Stengel aufgerichtet. Auch die Stiele der einzelnen Blätter sind erigirt und stehen aus einander. Alle Blättchen sind in wagerechter Richtung ausgebreitet. Beim Untergange der Sonne verändern die Blätter ihre Richtung. Zuerst erheben sich die Blättchen allmählig, neigen sich gegen einander, legen sich mit ihren obern Flächen zusammen und senken sich dann mit dem vordern Rande gegen den Blattstiel. Hierauf rücken die Stiele der Blätter näher zusammen und krümmen sich nach unten. Endlich beugen sich die Hauptstiele abwärts gegen den Stengel. Späterhin sollen sich diese jedoch, nach Sigwart's Beobachtungen, allmählig wieder heben, während die Blatt-Abtheilungen näher aneinander rücken, und gegen Mitternacht sollen sie straff an dem Stengel aufgerichtet seyn.

Digitized by Google

Beim Aufgange der Sonne erfolgen die Bewegungen in der entgegengesetzten Ordnung. Zuerst nehmen die Blattssiele ihre vorige Stellung an, dann erheben sich die Blätter und breiten sich fächerförmig aus, und zuletzt entfernen sich die Blättchen und erlangen ihre horizontale Richtung. Ist das Wetter trüb und kalt, so bleiben die Blättchen geschlossen.

§. 496.

Die angeführten Bewegungen erfolgen sowohl in der Luft als im luftleeren Raume. Du Fay und Du Hamel brachten nicht nur abgeschnittene Zweige, sondern auch Pflanzen in Töpfen unter den Recipienten der Luftpumpe, deren Blätter sich Morgens erhoben und ausbreiteten, und Abends senkten und zusammenfalteten; die Bewegungen erfolgten jedoch weniger lebhaft als in der Luft. Auch sahen sie Zweige und ganze Gewächse, die mit den Töpfen im Wasser untergetaucht waren, ihre abwechselnden Bewegungen nach den Tageszeiten fortsetzen, nur ebenfalls schwächer. Die Temperatur-Verhältnisse haben Einfluss auf die Beweglichkeit, wie Du Fay und Du Hamel bemerkten. An kalten Tagen erfolgen die Bewegungen nicht so lebhaft als an warmen, die Blättchen öffnen sich nicht so schnell und vollständig, und legen sich beim Schliessen nicht so genau an einander als bei warmer Witterung. Dutrochet fand, dass die Bewegungen bei einer Temperatur von + 7 Grad R. ganz aufhören. Sehr warme Luft hebt ebenfalls die Bewegungen auf. In der Veränderlichkeit der Temperatur allein ist jedoch die äussere Ursache der Bewegungen der Blätter nicht zu suchen; denn Du Fay und Du Hamel beobachteten, dass eine *Mimosa*, die sich in einem Zimmer befand, dessen Temperatur 15° R. betrug, Abends die Blättchen schloss und die Blätter senkte, und Morgens die Blätter aufrichtete und die Blättchen ausbreitete, obgleich das Thermometer jetzt um 2 Grad niederer stand als Abends. Da sie eine Pflanze gegen Abend aus einer Temperatur von 20° R. in eine von 28° brachten, erfolgte regelmässiges Schliessen der Blätter. Gleiche Versuche mit demselben Resultate stellten Zinn an *Desmanthus virgatus* an.

Digitized by Google

§. 497.

Hinsichtlich des Einflusses des Lichts auf die Bewegungen der Mimosen haben die Beobachter verschiedene Ergebnisse erhalten. Mairan sah, dass die Blätter von Mimosen, die an einen dunkelen Ort gebracht waren, sich ebenso zu bestimmten Zeiten bewegten, wie in der freien Luft unter den gewöhnlichen Verhältnissen. Du Fay und Du Hamel wollen dagegen bemerkt haben, dass die Blätter von Pflanzen in ganz dunkelen Kellern, in denen sie zwei Tage lang standen, sich zwar öffneten, aber nicht wieder schlossen, sondern fortdauernd ausgebreitet und entfaltet blieben. Gleiches wollen sie an einer Pflanze wahrgenommen haben, die in eine dunkele Kiste gesetzt war. Liessen sie helles Kerzen-Licht zur Nachtzeit auf Mimosen mit geschlossenen Blättern fallen, so breiteten sich die Blättchen nicht aus. Hill dagegen will beobachtet haben, dass sich die Blättchen am Tage zusammenlegten, wenn er den Ort verdunkelte, wo sich die Pflanze befand. Gleiches sah Zinn zuweilen. De Candolle [1] setzte eine *Mimosa leucocephala* in einen dunkelen Keller, und eine andere Pflanze der Art in einen Keller, der durch Lampen stark erhellt war. Die Gewächse öffneten und schlossen ihre Blätter zur gewöhnlichen Zeit, doch erfolgte das Schliessen am Abend nicht so vollständig, wie in freier Luft. Zwei Pflanzen der *Mimosa pudica* hingegen, die sich am Tage an einem dunkelen Orte befanden, der während der Nacht durch Lampen hell beleuchtet wurde, änderten die Zeit ihres sogenannten Schlafs allmählig so, dass sich ihre Blätter am dritten Tage Abends öffneten und Morgens schlossen. Ins Freie gebracht nahmen sie ihr voriges Verhalten wieder an. Ritter [2] beobachtete, dass *Mimosa pudica* bei gänzlicher Abwesenheit des Lichts ihre Blätter ebenso regelmässig öffnete und schloss wie sonst, doch nicht in dem Grade. Wurde die Pflanze bei ausgebreiteten Blättern bedeckt, so näherten sich die Blättchen etwas. Mehrere Versuche hat Dutrochet über die Wirkung des Lichts auf *Mimosa pudica* angestellt. Pflanzen, die sich an einem dunkelen Orte bei einer Temperatur von + 20 bis 25 Grad Réaumur befanden, senkten Abends die Blattstiele und legten die Blättchen zusammen; Morgens dagegen breiteten sie diese aus

Digitized by Google

und erhoben jene. Am dritten Tage erfolgten die periodischen Bewegungen weniger deutlich und vollständig, und am vierten Tage hatte sich die Beweglichkeit gänzlich verloren. Selbst Reize verschiedener Art waren jetzt nicht mehr im Stande Bewegungen zu erregen. Da er die Pflanzen am sechsten Tage dem Sonnen-Lichte wieder aussetzte, kehrten die Bewegungen allmählig zurück. Hieraus ergibt sich, dass das Fortbestehen der Beweglichkeit der Mimosen von dem Einflusse des Lichts abhängig ist, und zwar wohl in so fern, als dasselbe eine nothwendige Bedingung zur Erhaltung desjenigen Zustandes des Lebens dieser Gewächse ist, in welchem ihre Beweglichkeit begründet ist.

1) *Expériences relatives à l'influence de la lumière sur quelques végétaux;* in *Mém. presentés à l'institut. T.* 1. *p.* 329.

2) Gehlen's Journal für Chemie, Physik und Mineralogie, B. 6. S. 470.

§. 498.

Bewegungen, wie sie bei den Mimosen unter den gewöhnlichen Verhältnissen gegen Abend eintreten, können am Tage durch Reize verschiedener Art erregt werden. Mechanische Reize, ein Schlag, ein Stoss oder jede mit Erschütterung verbundene Berührung, versetzt die Blätter in Bewegung. Kneipt man ein Blättchen oder schneidet man es mit einer Scheere an, so erhebt es sich mit dem gegenüber stehenden. Gleiches thut das nächste Paar und die folgenden, bis alle an einem Blattstiele sitzenden Blättchen zusammengelegt sind, und nun senkt sich der Blattstiel selbst. Bald darauf schliessen sich die Blättchen der nächsten Stiele. Endlich, meistens nach 12 bis 15 Sekunden, krümmt sich der Hauptblattstiel abwärts. War die Erschütterung sehr stark, so gerathen alle Blätter des Gewächses in Bewegung. So ist also eine Fortpflanzung des Reizes von einem Blättchen aus, auf alle eines Blatts, ja auf mehrere Blätter und Blattabtheilungen nicht zu verkennen. Der Regel nach treten die Bewegungen zuerst in dem gereizten Blättchen ein, dann in den nächst gelegenen bis zur Spitze und Basis des Blatts. Hierauf läuft die Reizung durch den Blattstiel in das nächste Blatt fort, und die Blättchen legen sich von der Basis bis zur Spitze des Blatts der Reihe nach

Digitized by Google

zusammen u. s. w. Zuweilen nur überspringt die Reizung einzelne Blättchen oder Blätter, oder Blatt-Abtheilungen, oder ihre Bewegungen stellen sich später ein. Dies Phänomen scheint in einem verschiedenen Grade der Reiz-Empfänglichkeit begründet zu seyn. Im Allgemeinen bemerkt man, dass die Fortleitung und Verbreitung der Reizung um so ausgedehnter ist, je kräftiger die Gewächse sind, und je üppiger sie vegetiren.

Ist die Berührung eines Blättchens schwach und nicht mit Erschütterung verbunden, so treten keine Bewegungen ein. Eine leichte Erschütterung, ein Schnitt mit einem scharfen Instrumente in ein Blättchen, bewirkt nur Heben dieses und des gegenüber stehenden. Auch das behutsame Durchstechen eines Blatts mit einer Nadel bringt, wie Du Fay, Percival und Sigwart beobachtet haben, keine Bewegungen hervor. Reizt man dagegen den Wulst eines Blattstiels, so krümmt er sich sogleich abwärts. Wind und Regen bewirken gleichfalls das Schliessen der Blättchen und das Senken der Blattstiele. Bemerkenswerth ist es ferner, dass sich die *Mimosa pudica* an Erschütterungen gewöhnen lässt. Desfontaines nahm eine Mimose mit sich in einen Wagen, worauf sich die Blättchen schlossen, allmählig erhoben sie sich wieder und blieben, der fortdauernden Erschütterung ohngeachtet, ausgebreitet. Auch Meyer [1] fand bei seinen Versuchen, dass die Blättchen bei andauernder Erschütterung sich wieder entfalten.

1) Versuche über die Irritabilität einiger Pflanzen; in Froriep's Notizen aus dem Gebiete der Natur- und Heilkunde. Mai 1824. Nro. 141.

§. 499.

Chemische Reize verschiedener Art versetzen die Blätter gleichfalls in Bewegung. Schon Hooke sah die Blättchen sich erheben und aneinander legen, da er einen Tropfen Scheidewasser auf einen Blattstiel brachte, und zwar nicht nur an diesem, sondern auch an den übrigen Blättern. Am andern Morgen waren sie wieder ausgebreitet, mit Ausnahme derjenigen, welche sich oberhalb der Stelle der Befeuchtung befanden, diese waren welk. Du Fay nahm die Bewegungen bei der Berührung mit Scheidewasser, mit

Digitized by Google

ätzendem Ammoniak und bei der Einwirkung des Dunstes von brennendem Schwefel wahr. Auch der Dunst des Ammoniaks wirkt nach Du Fay, Gahagan und Sigwart als ein heftiger Reiz. Am lebhaftesten sah letzterer die Bewegungen bei dem Einflusse des oxydirt salzsauren Gases eintreten. Wasserstoffgas, die Ausdünstung von Alkohol und Terpentingeist hatten keine Wirkung. Meyer hat ferner den Einfluss der Säuren, Alkalien, ätherischen Oele und Naphten geprüft. Am kräftigsten wirkten die flüchtigsten dieser Substanzen, besonders die letzteren. Wenn man die zwei äussersten Blättchen einer befiederten Blattrippe mit einer dieser Flüssigkeiten befeuchtet, so bewegen sich diese und die folgenden bis zur Basis des Blattstiels gegen einander. Hierauf pflanzen sich die Bewegungen über die Blätter desselben Hauptblattstiels fort, und zwar von der Basis gegen die Spitze, und dann senkt sich dieser selbst. Am empfänglichsten für chemische Reize zeigen sich die Wülste der Blattstiele. Obgleich man an dem Stamme, den Aesten, Blüthen und Wurzeln keine Bewegungen wahrgenommen hat, so kommt ihnen dennoch eine Empfänglichkeit für Reize zu, und sie sind im Stande die Reizungen auf die beweglichen Blätter fortzuleiten. Desfontaines beobachtete, dass nach Befeuchtung der Wurzeln mit Schwefelsäure sich alle Blätter senkten und die Blättchen zusammenlegten. Gleiches nahm Dutrochet wahr, da er eine Blüthe mit dieser Säure befeuchtete.

§. 500.

Die Imponderabilien, Wärme, Licht und Elektricität erregen als Reize gleichfalls die Bewegungen der Blätter der Mimosen. Hooke und Du Fay liessen Lichtstrahlen durch ein Brennglas auf die Blättchen fallen, worauf sich diese schlossen und die Blattstiele senkten. Gleiches erfolgt, wenn man ein glühendes Eisen in die Nähe der Blättchen oder Blätter bringt. Du Fay und Sigwart brannten Blättchen durch eine Kerze an, und es traten lebhaftere und schnellere Bewegungen ein als nach der Anwendung blosser mechanischer Reize. Auch hier zeigt sich eine ähnliche Fortleitung der Reizung, indem das Anbrennen eines Blättchens die Bewegungen aller übrigen, und

Digitized by Google

selbst mehrerer Blätter und Blatt-Abtheilungen nach sich zieht. Schnelle Abwechselung in der Temperatur der Luft bewirkt das Schliessen der Blättchen und das Senken der Blattstiele. Hooke, Du Fay und Du Hamel nahmen wahr, dass wenn eine Pflanze eine Zeitlang mit einer Glasglocke bedeckt und der Sonnen-Wärme ausgesetzt war, und dann die Glocke vorsichtig weggenommen wurde, ohne das Gewächs zu berühren, sich alle Blättchen schlossen und alle Blattstiele senkten. Duhamel hat ferner die Wirkung einer künstlich erzeugten Kälte versucht. Er brachte einen Zweig, der mit einer Pflanze in Verbindung stand, in eine hohle Glaskugel und umgab diese mit Eis und Salz. Anfangs bogen sich die Blättchen abwärts, dann aber schlossen sie sich schnell.

Junge, sehr reizbare Pflanzen schliessen die Blättchen, nach Ritter's Versuchen, wenn sie plötzlich einem sehr hellen Lichte ausgesetzt werden, und entfalten sie erst wieder, wenn das Licht weniger lebhaft ist. Auch Sigwart beobachtete, dass wenn eine Pflanze eine Zeitlang beschattet war, und man sie plötzlich dem hellen Sonnenlichte aussetzte, sich die Blattstiele senkten und die Blättchen schlossen, gleichwie nach einer mechanischen Erschütterung.

§. 501.

Ueber die Wirkung der Elektricität auf die Mimosen sind die Naturforscher getheilter Meinung. Le Dru, auch Comus genannt [1], welcher hierüber zuerst Versuche anstellte, berührte die Blättchen leicht mit einem Stücke Glas, worauf sie sich nicht schlossen. Nachdem er das Glas elektrisch gemacht hatte, bewegten sich die Blättchen bei abermaliger Berührung gegeneinander. Eine geladene Leidener Flasche, den Blättern genähert, bewirkte Schliessen der Blättchen und Senken der Blattstiele. Da er die Flasche wiederholt durch einen Zweig entlud, so bewegten sich alle Blättchen gegeneinander und die Blattstiele bogen sich abwärts. Das blosse elektrische Bad hatte keine Wirkung. Mehrere Tage hindurch oft wiederholtes Elektrisiren schwächte die Beweglichkeit der Pflanzen in dem Grade, dass die Blätter sich bei keiner Berührung mehr schlossen.

Digitized by Google

Ingenhouss und Schwankart [2] wiederholten obige Versuche und erhielten in der Hauptsache gleiche Resultate; dennoch erklärten sie die Bewegungen der Blätter für die Folge einer blossen mechanischen Erschütterung. Dieselbe Meinung hegten Landriani [3], Delamethrie [4] und Cavallo [5]. Percival indess sah, dass schon die blosse Annäherung von stark elektrisirtem Siegellack ein Anziehen und Senken der Blättchen bewirkte. Van Marum [6] fand, dass Conductoren, sie mochten positiv oder negativ geladen seyn, wenn sie den Blättern der Mimosen nahe gebracht wurden, eben so wenig wie ein elektrisches Bad wirkten. Gab aber der Conductor Funken, so schlossen sich die Blättchen und die Blattstiele sanken. Auch er schrieb diese Wirkung der durch den elektrischen Stoss hervorgebrachten Erschütterung zu. Aus den von Ritter [7] angestellten Versuchen über die Wirkung der Reibungs-Elektricität scheint sich allerdings zu ergeben, dass elektrische Ströme, durch Dräthe auf die Mimosen geleitet, Schliessen der Blättchen und Senken der Blattstiele hervorbringen.

Der Galvanismus ist gleichfalls auf diese Pflanze angewendet worden. Schmuck [8], Iberti [9], Fowler [10], Cavallo [11], von Humbold [12], Creve [13], Rafn [14] und Giulio [15] nahmen von der einfachen Kette keine Wirkungen wahr. Letzterer jedoch will bei der Anwendung der Säule Schliessen der Blättchen und Niedersinken der Blattstiele gesehen haben. Er hatte die Zweige einer Pflanze an den Wülsten der Blattstiele mit Zinn- und Blei-Plättchen armirt, und da er am folgenden Tage die eine Armatur mittelst eines feinen Golddraths mit dem Zinkpol und die andere mit dem **Kupferpol der Voltaischen Säule in Verbindung gebracht hatte, so neigten sich die Blätter oft in dem Augenblicke gegen einander, in dem die Kette geschlossen wurde.**

1) Rozier *Journal de Physique. Nov.* 1776. *T.* 8. *p.* 395.

2) Ebendas. *Dec.* 1785. *T.* 27. *p.* 462.

3) — *p.* 468.

4) — 1787. *T.* 30. *p.* 26.

5) Vollständige Abhandlung der theoretischen und praktischen Lehre von der Elektricität. Leipzig 1797. S. 319.

6) *Seconde Continuation des expériences faites par le moyen de la machine électrique Teylerienne. Harlem* 1795, *p.* 160.

Digitized by Google

7) Elektrische Versuche an der *Mimosa pudica*; in den Denkschriften der Münchner Akademie. 1809. 1810. S. 245.

8) Ludwig *Scriptores nevrologici minores selecti. T.* 3. *p.* 21.

9) *Esprit des Journaux. Mars* 1794. *T.* 3. *p.* 210.

10) *Experiments and observations relative to the influence lately discovered by Mr. Galvani and commonly called animal Electricity. London* 1793.

11) A. a. O. B. 2. S. 319.

12) Versuche über die gereizte Nerven- und Muskelfaser. B. 1. S. 249.

13) Schriften der Berliner Gesellsch. naturforschender Freunde. B. 11. S. 141.

14) Entwurf einer Pflanzenphysiologie. S. 150.

15) *Journal de Physique.* 1803. *T.* 57. *p.* 460.

§. 502.

Was die Erscheinungen betrifft, welche nach Entfernung des die Bewegungen veranlassenden Reizes eintreten, so haben die Beobachtungen hierüber folgendes gelehrt. Stets bleiben die Blattstiele eine Zeitlang gesenkt und die Blättchen zusammengelegt. Nach Verfluss einer halben oder Viertelstunde, zuweilen schon nach zehn Minuten, die Zeit ist nach der Stärke und dem Alter der Pflanzen, sowie nach der Jahres- und Tages-Zeit verschieden, fangen die Blättchen allmählig an sich auszubreiten, die Blattstiele richten sich wieder auf, und die Blätter nehmen eine divergirende Richtung an. Die Ordnung, in welcher dies erfolgt, ist verschieden. Bald heben sich die gemeinschaftlichen Blattstiele zuerst, bald die der einzelnen Blätter, bald hingegen entfernen sich die Blättchen zuerst von einander. Die allgemeine Bedingung dieser Bewegungen ist Entfernung des die entgegengesetzten Bewegungen verursachenden äusseren Eindrucks. Ausserdem scheinen sie durch die Einwirkung des Sonnenlichts befördert zu werden. Jedoch ist dieses keine unumgängliche nothwendige Bedingung, indem Blätter am Tage auch dann diese Bewegungen vornehmen, wenn sie nach erfolgter Reizung dem Einflusse des Sonnenlichts entzogen werden. Ferner kann man die Bewegungen weder durch stärkeres Sonnenlicht, noch durch eine künstliche Beleuchtung erzwingen.

Das Heben der Blattstiele und das Ausbreiten der Blättchen lässt sich nicht als eine Wirkung der Elasticität an-

Digitized by Google

sehen, wie Sigwart treffend bemerkt hat, weil sie erst in einem mehr oder weniger langen Intervalle nach Entfernung des äusseren Eindrucks eintreten. Ausserdem zeigt sich eine grosse Verschiedenheit in der Schnelligkeit der durch den Reiz hervorgebrachten und der nach dessen Entfernung sich einstellenden Bewegungen. Erstere sind viel schneller als letztere. Elastische Körper dagegen, durch eine äussere Gewalt aus ihrer Lage gebracht, nehmen diese nach Entfernung der äusseren Gewalt mit gleicher Schnelligkeit und Kraft wieder an, was aber mit den Bewegungen der Blätter der Mimosen nicht der Fall ist.

§. 503.

Die Beweglichkeit der Blätter der Mimosen ist von inneren und äusseren Bedingungen abhängig und nach diesen veränderlich. Die wichtigste innere Bedingung ist gutes von Stattengehen der Ernährungs-Verrichtungen. Je kräftiger eine Pflanze ist, je üppiger sie wächst, um so leichter lässt sie sich durch äussere Reize in Bewegungen versetzen, und um so lebhafter sind ihre Bewegungen. Junge Pflanzen sind beweglicher als alte. Vor der Zeit des Blühens ist die Beweglichkeit am grössten, nach derselben nimmt sie auffallend ab. Mimosen sind Morgens beweglicher als Nachmittags. Du Fay und Du Hamel haben bemerkt, dass Mimosen in Treibhäusern während des Winters viel träger in ihren Bewegungen waren, als zur Zeit des Sommers. Zu den äusseren Bedingungen des Bewegungs-Vermögens gehören Wärme, Licht, atmosphärische Luft und Nahrungsmaterien. Bei einer mittleren Temperatur der Luft erfolgen die Bewegungen nach Anwendung von Reizen am leichtesten und lebhaftesten. Wenn die Wärme + 7° R. beträgt, so lässt sich die Pflanze, nach Dutrochet's Versuchen, durch keinen Reiz, selbst durch das Brennen nicht, in Bewegungen versetzen. Sehr warme Luft oder brennende Sonnenstrahlen stimmen die Beweglichkeit gleichfalls herab. Dass Mimosen an dunkelen Orten eine Zeitlang ihre periodischen Bewegungen nach den Tageszeiten fortsetzen, bald aber ihre Empfänglichkeit für Reize verlieren und endlich unbeweglich werden, ist schon früher angegeben worden. Bemerkenswerth ist, dass die-

Digitized by Google

ses, nach Dutrochet's Versuchen, früher in einer höhern als mittlern Temperatur erfolgt. Mimosen verloren ihre Beweglichkeit in der Dunkelheit bei einer Temperatur von + 20 bis 25° R. nach vier Tagen, bei einer Temperatur von + 10 bis 15° R. aber erst nach fünfzehn Tagen. Die atmosphärische Luft und das durch sie unter dem Einflusse des Lichts unterhaltene Athmen ist für das Fortbestehen der Beweglichkeit nothwendig. Obgleich an Mimosen im luftleeren Raume die periodischen Bewegungen nach den Tageszeiten eine kurze Zeit fortdauern, so wird doch dadurch nach Du Fay's Beobachtungen ihre Empfänglichkeit für Reize geschwächt und endlich aufgehoben. Auch Mimosen, die im Wasser untergetaucht sind, verlieren nach Du Fay's, Percival's und Sigwart's Versuchen allmählich ihre Beweglichkeit bei mechanischen Reizen. Die Abhängigkeit des Bewegungs-Vermögens von dem Athmen ist ferner durch die von Ingenhouss [1] und Humboldt [2] angestellte Versuche über das Verhalten der Mimosen in Gasarten erwiesen worden. Im kohlensauren Gas und Stickgas nahm ihre Beweglichkeit ab und erlosch, während sie im Sauerstoffgas fortdauerte. Gebricht es Mimosen an Wasser oder Nahrungsmaterien, so wird ihre Ernährung geschwächt und die Beweglichkeit mindert sich, beim Eintritt des Verwelkens verschwindet sie gänzlich. Begiesst man sie von Neuem, so kehrt die Beweglichkeit zurück. Wird der Stengel verletzt, so dass viel Saft ausfliesst, so geht ihr Bewegungs-Vermögen verloren. Beizufügen ist endlich, dass das Bewegungs-Vermögen der Mimosen durch manche Gifte und narkotische Substanzen getilgt wird, wenn diese von den Wurzeln eingesaugt oder unmittelbar auf die Blätter und die Wülste der Blattstiele angewendet werden. Hope [3], Wilson [4] und Linck [5] wollen beobachtet haben, dass die Beweglichkeit durch die Wirkung des Opiums zerstört wurde. G. F. Jaeger [6] sah, dass die Blätter von Mimosen bei der Anwendung des Arseniks aufhörten sich nach Reizungen zu bewegen, noch ehe sie ihre grüne Farbe verloren. Gleiches erfolgte bei Becker's [7] und Goeppert's [8] Versuchen mit Blausäure. Macaire-Prinsep [9] wendete verdünnte Auflösungen von Arsenik-Oxyd und arseniksaurem Kali, Sublimat, Opium und Blausäure auf Mimosen an,

Digitized by Google

worauf sie der Eigenschaft beraubt wurden, sich bei Reizen zu bewegen. Solche Versuche mit demselben Erfolge wurden von Mulder [10] angestellt.

Unverkennbar zeigen diese Erscheinungen eine gewisse Uebereinstimmung mit den für die Aeusserungen der Muskel-Reizbarkeit der Thiere geltenden Gesetzen, und sie deuten darauf hin, dass bei den Bewegungen der Blätter der Mimosen ein lebendes Contractions-Vermögen mit im Spiele seyn muss.

1) Versuche mit Pflanzen. B. 2. S. 11. 235.

2) Aphorismen aus der chemischen Physiologie der Pflanzen. Leipzig 1794. S. 95.

3) *Diss. quaedam de plantarum motibus et vita complectens. Edinburgi* 1787.

4) *An experimental inquiry on the manner in which Opium acts in the living animal body. Edinburgh* 1795.

5) Salzburger medicinische Zeitung. 1810. B. 2. S. 15.

6) *De effectibus arsenici in varios organismos. Tubingae* 1808.

7) *Diss. de acidi hydrocyanici vi perniciosa in plantas. Jenae* 1823.

8) A. a. O. p. 25.

9) *Mém. sur l'influence des poisons sur les plantes douées de mouvemens excitables;* in *Annales de chimie et de physique. Sept.* 1828. *p.* 85.

10) *Beytragen tot de Natuurkundige Wetenschappen. Decl.* 2. *No.* 1.

§. 504.

Was nun ferner die Theile oder Organe anlangt, welche die Bewegungen der Blätter unter den angegebenen Verhältnissen hervorbringen, so stimmen alle Beobachter darin überein, dass es die an der Basis der grösseren Blattstiele, sowie der Stiele der Blätter und Blättchen befindlichen Anschwellungen oder Wülste sind. In diesen äussert sich bei den in Folge von Reizungen eintretenden Bewegungen ein gewisser Grad von Spannung, und die gekrümmten Blätter leisten Widerstand, wenn man sie in ihre vorige Lage zurückbringen will. Sie zerbrechen eher, wie schon Gahagan bemerkt hat, als dass sie der Beugung nachgeben. Gleiches haben andere Physiologen wahrgenommen. Lindsay stellte die ersten Versuche über den Einfluss der Wülste der Blattstiele auf die Bewegungen an. Er schnitt aus der obern Fläche des Wulstes eines Haupt-

Digitized by Google

blattstiels ein Stück aus, worauf sich der Blattstiel aufrichtete. An einem andern Blattstiele entfernte er ein Stück aus der untern Fläche, und nun bog sich das Blatt nach unten. Aehnliche Verletzungen nahm er mit den Wülsten der Stiele der Blätter vor, und erhielt denselben Erfolg. Daraus schloss er, dass die Kraft, welche die Blattstiele aufrichtet, an dem untern Theile des Wulstes, und die, welche ihn niederbeugt, an dem obern Theile ihren Sitz haben müsse.

§. 505.

Comparetti und Dutrochet haben den Bau der Wülste der Blattstiele untersucht. Sie bestehen aus einem zarten, weichen und biegsamen Zellengewebe, welches viele kleine, rundliche, mit einer gerinnbaren Flüssigkeit gefüllte Zellchen und kleine Kügelchen enthält, und äusserlich von einer zarten Oberhaut bedeckt ist. Innerhalb dieses, dem Schleimstoffe der gallertartigen Thiere ähnlichen Gewebes, welches Dutrochet für eine besondere Entwickelung des Rinden-Parenchyms hält, findet sich ein dünnes Bündel von Saftröhren und Spiralgefässen. Sonstige Fasern, die etwa den Muskelfasern zu vergleichen wären, hat er nicht wahrgenommen. Um auszumitteln, ob die Bewegung durch das weiche Zellengewebe oder das im Innern liegende Bündel von Gefässen hervorgebracht werde, schnitt er jenes ringsum behutsam weg, worauf die Blattstiele der Fähigkeit beraubt wurden, sich bei angewendeten Reizen zu bewegen. Daraus erhellt also, dass dieses Gewebe der Sitz der Bewegungen ist. Ferner hat er Lindsay's Versuche wiederholt, die er, wie es scheint, nicht kannte. Stets sah er die grössern und kleinern Blattstiele sich aufrichten, wenn er Stücke aus ihrer obern Fläche geschnitten hatte, dagegen sich senken, wenn aus ihrer untern Fläche ein Theil ihrer Substanz ausgeschnitten war. Entfernte er ein Stückchen aus der seitlichen Fläche, so krümmte sich das Blatt nach der Seite, wo Substanz des Parenchyms weggenommen war. Da er Längsstreifen von den Wülsten der Blattstiele weggeschnitten hatte, und diese in Wasser brachte, so krümmten sie sich sogleich nach Innen, in der Richtung, welche sie gegen die Achse der Blattstiele gehabt hatten,

Digitized by Google

während sie an ihrer äussern Fläche convex wurden. Legte er die getrennten Stücke in Säuren oder Kali-Auflösung, so hörte die Krümmung sogleich auf und sie wurden gerade. Die Krümmung der Substanz der Wülste der Blattstiele hält er für eine Lebens-Aeusserung, und belegt das Vermögen derselben, sich in bestimmter Richtung zu krümmen, mit dem Namen der Pflanzen-Irritabilität. Aus seinen Versuchen folgert er über die Art und Weise, wie die Bewegungen der Blätter der Mimosen in entgegengesetzten Richtungen zu Stande kommen, dass sie allein durch die Krümmung des zelligen Parenchyms der Blattstiele geschehen, welches gleich lebenden elastischen Federn in einem Antagonismus an den verschiedenen Seiten der Blattstiele angelagert sey. Die Krümmung in dieser oder jener Richtung werde durch den Einfluss der Reize bestimmt. Die obere Feder, welche den Blattstiel abwärts beugt, werde durch die Wirkung der meisten äusseren Reize in Thätigkeit versetzt, also namentlich durch mechanische Erschütterungen, plötzlich einwirkende Kälte und grosse Wärme, sowie durch chemische Reize. Die Krümmung der untern Feder dagegen, welche den Blattstiel aufrichte, trete ein bei Abwesenheit jener Reize und bei dem Einflusse des Licht-Reizes. Wirke kein Licht ein, so werde die Thätigkeit der obern Feder erhöht und der Blattstiel werde abwärts gebogen. Die abwechselnd eintretende Thätigkeit der entgegengesetzten lebenden Federn leitet er von einer verschiedenen Turgescenz des Safts zu der obern und untern Hälfte der Blattwülste her, so dass bei der Hebung der Blätter durch die untere Feder eine Anschwellung in dieser, und bei der Senkung, bewirkt durch die obere Feder, ein Turgor zu der obern Hälfte der Wülste statt habe. Für die Abhängigkeit dieser Bewegungen von dem Safte spreche, dass die Beweglichkeit der Blätter bei Mangel an Wasser abnehme, und nach dem Begiessen wieder beschleunigt werde.

Endlich hat Dutrochet noch einige Versuche über die Fortleitung der Reizungen von einem Blattstiele zum andern angestellt. Um auszumitteln, durch welche Gebilde diese geschieht, zerstörte er das Rindengewebe, die Wülste der Blattstiele, das Mark und die Gefässbündel einzeln für

Digitized by Google

sich. Es ergab sich, dass weder die Rinde, noch das Zellengewebe, noch das Mark die Reizungen fortleiten, sondern dass allein der holzige Theil mit den Gefässen und dem Safte dazu geschickt sey. Er fand ferner, dass sich das Maximum der Geschwindigkeit dieser innern Transmissions-Bewegung in den Blattstielen auf fünfzehn Millimeter in der Sekunde, in dem Körper des Stengels aber, während derselben Zeit, nur auf drei Millimeter belauft. Der Zustand der Temperatur schien keinen Einfluss auf die Geschwindigkeit zu äussern.

§. 506.

Dass bei den Mimosen die Bewegungen der Blätter durch eine antagonistisch wirkende Thätigkeit der Wülste der Blattstiele hervorgebracht werden, haben L. C. Treviranus [1]; Burnett und Mayo bei Wiederholung der von Lindsay und Dutrochet ersonnenen Versuche bestätigt gefunden. Zu Gunsten des letzteren Meinung, dass die Thätigkeit der Wülste bei Reizungen von der Turgescenz des Saftes zu ihnen abhängig sey, lassen sich einige frühere Beobachtungen anführen. Schon Hooke leitete das Senken der Blattstiele nach angebrachten Reizen von dem Zurückströmen des Saftes aus den Blättern zu den Knoten der Blattstiele her. Auch Bellardi und Beccaria haben die Meinung aufgestellt, dass die Bewegungen der Blattstiele in verschiedenen Richtungen von einer ungleichen Vertheilung des Saftes in dem Parenchym ihrer Wülste herrühre. Ströme mehr Saft zu dem obern Theile, so werde der Stiel abwärts gebogen, die entgegengesetzte Bewegung erfolge, bei dem reichlichen Strömen des Safts zum untern Theile. Lindsay sah die untern Theile der Wülste der Blattstiele beim Senken eine dunklere Farbe annehmen. Ritter [2] bemerkte, dass in dem Augenblicke, wo sich die Blättchen schliessen und die Blattstiele nach unten krümmen, ein Strömen des Safts zu den Wülsten der Blattstiele statt habe. Die bei der Ausbreitung der Blätter weisslichen, halbdurchsichtigen Wülste wurden dann undurchsichtiger, gefärbter, voller und strotzender. Ferner will er den Erguss des Safts in die Wülste der Blattstiele mit Hülfe des Vergrösserungsglases gesehen haben. Sowie sich

Digitized by Google

die Blättchen wieder entfalteten, und die Blattstiele aufrichteten, schien der Saft aus den Wülsten in die Blättchen zurückzuströmen. Endlich haben auch Burnett und Mayo [3] die Farben-Veränderung an den Wülsten der Blattstiele bei der Bewegung wahrgenommen.

Diese Beobachtungen machen es also sehr wahrscheinlich, dass die Bewegungen der Blätter nach Reizen von der durch das Zuströmen des Safts bewirkten Turgescenz der Wülste der Blattstiele abhängen.

1) Tiedemann u. Treviranus Zeitschrift f. Physiologie. B. 1. S. 175.
2) In den Denkschriften der Münchner Akademie a. a. O. S. 397.
3) Brewster *Edinburgh Journal. Jan.* 1829. *p.* 186.

§. 507.

Zwei wichtige Punkte haben durch obige Versuche noch keine Aufhellung erhalten. Warum strömt der Saft nach Reizungen in die Wülste der Blätter, und aus welchem Grunde findet ein Strömen des Saftes bei der Aufrichtung der Blattstiele zu ihrem untern, und beim Senken derselben zu ihrem obern Theile statt? Dutrochet hat diese Fragen weder aufgeworfen, noch geben seine anatomische Untersuchungen und Experimente darüber den mindesten Aufschluss. Ich erlaube mir hierüber folgende Vermuthung aufzustellen. Das Heben der Blattstiele, das Ausbreiten der Blätter und das Entfalten der Blättchen am Tage ist wahrscheinlich die Folge des Strömens des Saftes zu den Gefässen der Blattstiele, Blätter und Blättchen, unter dem Einflusse des Sonnen-Lichts, und den die peripherische Saftbewegung bedingenden Agentien, wodurch sie in einen Zustand von Turgescenz versetzt werden. Zur Nachtzeit scheint eine entgegengesetzte Strömung von den Gefässen der Blätter zu den Blattstielen und dem Stengel statt zu haben. Der in den Gefässen und in dem Zellengewebe der obern Fläche der Wülste der Blattstiele sich ansammelnde Saft bewirkt eine Turgescenz in diesen und hat deren Senkung zur Folge. Der Grund, dass der Saft sich bei der Turgescenz in gewissen Stellen der Wülste ansammelt, liegt wahrscheinlich in der besondern Anordnung und Lagerung der Saftgefässe, die durch anatomische Untersuchungen noch nicht ausgemittelt sind. Die nach Rei-

Digitized by Google

zungen der Blätter eintretenden Bewegungen sind gleichfalls von einem Zurückströmen des Saftes aus den peripherischen Gefässen der Blätter zu dem obern Theile der Wülste der Blattstiele abhängig. Entweder üben die Reize auf den Saft selbst einen Einfluss aus, der ihn zur rückgängigen Bewegung bestimmt, oder aber, was wahrscheinlicher ist, die Gefässe sind mit einem lebenden Contractions-Vermögen begabt, und dies wird durch die Reize in Thätigkeit gesetzt. Bei der Zusammenziehung und Verengerung der Gefässe wird der Saft zu den Wülsten getrieben und diese werden in einen Zustand von Turgescenz und Spannung versetzt, der die veränderte Richtung der Blätter zur Folge hat. Haben die äussern Reize aufgehört zu wirken, so stellt sich nach und nach die Strömung des Saftes zu den Gefässen der Blätter wieder ein, besonders unter dem Einflusse des Sonnen-Lichts, und die Blätter heben und entfalten sich wieder. Mit dieser Ansicht lassen sich die Wirkungen der die Bewegungen bedingenden Einflüsse in Uebereinstimmung bringen. Alle Einflüsse, welche die Saftbewegung befördern, wie das reichliche Vorhandenseyn des Safts, Sonnenlicht und Wärme, erhöhen die Beweglichkeit der Blätter der Mimosen. Einflüsse dagegen, welche die Saftbewegung langsamer und träger machen, wie Mangel des Safts, Kälte, grosse Hitze, die Ueberreizung durch das elektrische Fluidum vermindern oder tilgen die Beweglichkeit. Für die Meinung, dass ein lebendes Contractions-Vermögen einen wesentlichen Antheil an den Bewegungen hat, kann ferner die Wirkung der narkotischen Substanzen und der Gifte angeführt werden, welche wohl nur dadurch die Bewegungen aufheben, dass sie die Contractilität der Gefässe tilgen. Die Fortleitung der Reizungen von einem Blatte zum andern wird wahrscheinlich durch die Saftgefässe vermittelt, die zunächst durch die Reize in Contraction versetzt werden, welche sich alsdann nach dem verschiedenen Grade der Reizempfänglichkeit und dem Grade der Reizung mehr oder weniger weit ausbreitet. Weiter anzustellende anatomische Untersuchungen über die Anordnung und Lagerung der Gefässe in den Wülsten der Blattstiele und den Blättern, sowie Experimente an lebenden Mimosen müssen entscheiden, ob diese Meinung die richtige ist.

Digitized by Google

§. 508.

Führen wir ferner noch einige der übrigen Gewächse an, deren Blätter durch Reize in Bewegung versetzt werden können. Die meiste Aehnlichkeit mit den Mimosen hat die *Oxalis sensitiva*, eine in Java wachsende Pflanze. Ihre Blätter sind gefiedert, und bestehen aus acht bis zehn Paar eyförmigen Blättchen, die von der Basis gegen die Spitze des Blatts an Grösse zunehmen. Nach Rumph's [1] und Garcin's [2] Beobachtungen sind die Blättchen am Tage in horizontaler Richtung ausgebreitet. Beim Untergang der Sonne senken sich die Blättchen und legen sich mit ihren untern Flächen aneinander. Werden sie berührt, so bewegen sie sich auf ähnliche Weise wie zur Nachtzeit. Dies erfolgt schon bei der blossen Annäherung und Erschütterung des Bodens. An regnigten und stürmischen Tagen sind die Blättchen gleichfalls gesenkt. Je mehr sie von der Sonne beschienen werden, um so lebhafter sind ihre Bewegungen. Morgens befinden sie sich in der stärksten Aufrichtung und Ausbreitung, und schliessen sich nicht so leicht bei mechanischen Reizen als gegen Mittag, wo sie schon durch blosses Anhauchen zum Senken gebracht werden. Nach erfolgter Reizung und Senkung richten sie sich im Sonnenlichte wieder allmählig auf, und dies wird wohl durch das Strömen des Saftes in die Gefässe der Blätter bewirkt.

1) *Herbarium amboinense. T.* 5. *p.* 302.

2) *Description of a new species of plants called Oxyoïdes;* in *Philos. Transact.* 1729. *Vol.* 36. *p.* 377.

§. 509.

Bewegungen bei Reizungen hat R. Bruce [1] an den Blattstielen des Camrunga *(Averrhoa carambola L.)*, eines in Bengalen wachsenden Baums, wahrgenommen. Seine gefiederten Blätter sind am Tage in horizontaler Richtung ausgebreitet, doch ist die Stellung der einzelnen Blättchen verschieden, einige sind mehr, andere weniger aufgerichtet. Binnen einer Stunde ändern sie oft ihre Stellung, heben oder senken sich, ohne dass dabei eine bestimmte Ordnung zu bemerken wäre. Nach Sonnen-Untergang neigen sich alle Blättchen nach unten und berühren sich mit ihren untern Flächen. Werden die Blätter stark durch den Wind

Digitized by Google

erschüttert und gegen einander bewegt, so senken sie sich. Beugt man einen Ast ohne die Blätter zu erschüttern, so erfolgt keine Bewegung. Ist aber die Beugung schnell und mit Erschütterung verbunden, oder ertheilt man dem Aste einen Schlag, so neigen sich die Blättchen allmählig abwärts, und zwar so stark, dass sie sich mit ihren Flächen berühren. Die jungen Blätter gleiten oft an einander weg und kreuzen sich. Alle auf einem gemeinschaftlichen Blattstiele sitzenden Blättchen bewegen sich mit einmal, wenn man diesen mit dem Nagel eines Fingers oder sonst mit einem harten Körper reibt. Jedes Blättchen kann aber auch einzeln in Bewegung versetzt werden, wenn man es schwach erschüttert. Auf diese Weise lassen sich alle Blättchen der einen Seite nach und nach in Bewegung versetzen, während die der andern Seite aufgerichtet bleiben. Auch lassen sich Blättchen der einen und andern Seite zur Bewegung bestimmen. Ist aber die Erschütterung stark, so sinken alle Blättchen, und zuweilen auch die der benachbarten Blattstiele. Das Senken erfolgt allmählig, und nach Verfluss einer Viertelstunde richten sie sich wieder auf. Der eigentliche Sitz der Bewegung ist in den Stielchen der Blättchen. Wird ein einzelnes Blättchen gedrückt, gequetscht, oder mit der Scheere eingeschnitten, ohne dass die Blattstiele erschüttert werden, so erfolgt kein Senken. Wird der Blattstiel mit der Spitze einer Nadel gereizt, so neigen sich die Blättchen. Bruce brannte mit einem Brennglase ein Loch in ein Blatt, ohne dass sich das Blättchen bewegte. Da er aber die Lichtstrahlen durch das Brennglas auf die Blattstiele concentrirte, so senkten sich alle Blättchen. Schnitt er ein ringförmiges Stück aus einem Zweige bis auf das Holz aus, so dass der Zusammenhang zwischen den Gefässen der Rinde ganz unterbrochen wurde, so veränderten die Blätter ihre Lage nicht weiter. Die elektrische Erschütterung, wenn sie auch nur schwach war, veranlasste eine schnelle Bewegung der Blättchen.

Wahrscheinlich werden diese Bewegungen durch Reize veranlasst, welche die Saftströmung in den Blattstielen verändern.

1) *An account of the sensitive quality of the tree Averrhoa carambola;* in *Philos. Transact.* 1785. *Vol.* 75. *P.* 2. *p.* 356.

Digitized by Google

§. 510.

Mit einem hohen Grade von Beweglichkeit sind die Blätter der *Dionaea muscipula* begabt. Diese Pflanze, welche in schattigen und sumpfigen Gegenden des nördlichen Carolinas vorkommt, wurde zuerst von J. Ellis [1] beschrieben. Rund um den Stengel sitzen mehrere saftige, aus zwei Gliedern bestehende Blätter. Das mit dem Stengel verbundene grössere Glied, welches die Stelle des Blattstiels vertritt, ist platt und länglich-herzförmig. Das äussere kleinere Glied, das eigentliche Blatt, ist rundlich und aus zwei gleichen, in der Mittellinie beweglich verbundenen, Lappen zusammengesetzt, an deren Rande sich steife Borsten befinden. Auf der obern Fläche liegen viele kleine, einen süssen Saft absondernde Drüsen. Ausserdem bemerkt man an jeder Blatt-Hälfte drei kleine aufrecht stehende Dornen. Setzt sich ein, durch den Honigsaft angelocktes Insekt auf die obere Hälfte des Blatts, so schlagen die beiden Blatt-Hälften zusammen, wodurch das Insekt zurückgehalten und gespiest wird. Nach Bonnet's Versuchen werden die Blätter durch jeden andern mechanischen Reiz in Bewegung versetzt. Die Blatt-Lappen pressen mit solcher Gewalt gegen einander, dass man sie nicht leicht entfernen kann, ohne sie zu zerreissen. Die Beweglichkeit ist von dem guten Gedeihen der Pflanzen abhängig, und wird bei warmer Luft erhöht.

1) *Dionaea muscipula descripta; in Nov. Act. Societat. Upsaliens. Vol.* 1. *p.* 98. *A botanical description of the Dionaea muscipula. London* 1770. 4.

§. 511.

An den Blättern des *Hedysarum gyrans*, einer Pflanze Bengalens, welche die Lady Monson entdeckte, sowie an denen des *Hedysarum cuspidatum*, nimmt man zweierlei Bewegungen wahr, solche die periodisch nach den Tageszeiten eintreten, und solche die mit denselben in keiner Verbindung stehen. Jeder Blattstiel trägt bei seiner vollkommnen Ausbildung drei Blätter, ein grosses mittleres lanzettförmiges, und zwei kleinere, seitliche, gegen einander überstehende, schmale Blättchen, welche mittelst kleinerer Stielchen an dem Hauptstiele befestigt sind. Dieser ist bis zu dem kleinen Stielchen mit zwei Reihen von Haa-

Digitized by Google

ren besetzt. Der Hauptstiel und das grosse Blatt, sowie die kleinen Blättchen zeigen, nach den Beobachtungen des jüngern Linné's [1], Pohl's [2], Broussonet's [3], J. S. Kerner's [4], Hufeland's [5], Gahagan's u. a., eigenthümliche, von einander unabhängige Bewegungen. Das mittlere Blatt ist am Tage wagerecht und unbeweglich ausgebreitet. Bei starkem Sonnenlichte richtet es sich gegen den Stengel auf. Mit Einbruch der Dämmerung krümmt sich das Blatt mit dem Hauptstiel in einem Gelenke abwärts gegen den Stengel, an den es sich anlegt. Bei Sonnen-Aufgang richtet es sich allmählig wieder auf. Diese Bewegung ist so sehr von dem Einflusse des Lichts abhängig, dass eine nur wenige Minuten dauernde Beschattung schon ein merkliches Senken hervorbringt. Bei voller Mittagssonne und bei der Einwirkung des durch ein Brennglas concentrirten Lichts, welches man auf das Blatt oder seinen Stiel fallen lässt, geräth es in eine zitternde Bewegung. Mondlicht und Kerzenlicht haben nach Hufeland's Versuchen keinen Einfluss auf diese Bewegung, eben so wenig mechanische Reize und das elektrische Bad. Lässt man aber einen elektrischen Funken auf ein Blatt fallen, so senkt es sich allmählich, und richtet sich an demselben Tage nicht wieder auf, auch erfolgt sein Heben am folgenden Tage später. Einige Minuten lang fortgesetztes Elektrisiren hebt seine Beweglichkeit ganz auf, es bleibt hängend und stirbt endlich ab. Einschnitte in den Stiel rauben dem Blatte die Beweglichkeit.

Die kleinen Seitenblätter sind in anhaltenden Bewegungen begriffen, indem sie einen Kreisbogen noch vorn gegen das grössere Blatt und wieder rückwärts gegen den Blattstiel beschreiben, wobei sie sich in den Gelenken an dem Hauptstiele drehen. Den angegebenen Raum durchlaufen sie binnen 30 bis 40 Sekunden, dann stehen sie gegen eine Minute still, und nun beginnt die Bewegung von Neuem. Die Bewegung nach unten ist meistens etwas schneller, als die nach oben. Das Senken erfolgt zuweilen in Absätzen, das Heben aber gleichförmig. Meistens bewegen sich die Blättchen in entgegengesetzten Richtungen, das eine hebt sich, während sich das andere senkt, und umgekehrt. Bisweilen steht ein Blättchen still, und das andere bewegt sich fort. Diese Bewegungen treten erst ein, wenn

Digitized by Google

die Blättchen ganz ausgebildet sind, dann dauern sie aber anhaltend Tag und Nacht fort. Doch ist die Bewegung, nach Kerner's Beobachtungen, in kalten Nächten langsamer als am Tage. Wenn die Sonne sehr heiss scheint, so stehen die Blättchen oft still. Bei warmer und feuchter Witterung, sowie bei warmem Regen, sind die Bewegungen lebhafter. Am lebhaftesten erfolgen sie zur Zeit der Blüthe und der Befruchtung. Ist diese Periode vorüber, so werden die Bewegungen langsamer und hören endlich ganz auf. Broussonet beobachtete, dass die Bewegungen der Blätter zwei bis drei Tage lang an abgeschnittenen und in Wasser gestellten Zweigen fortdauerten. Hufeland sah die Blättchen selbst ihre Bewegungen an solchen Stielen fortsetzen, die durch die Wirkung des elektrischen Funkens zum Senken gebracht waren. Mechanische Reize, Berührung, Wärme, Kälte, die Befeuchtung mit Oel und flüchtigen Geistern hatten keinen Einfluss, eben so wenig der Magnet. Die Elektricität zeigte folgende Wirkungen: Positive und negative Funken, auch Erschütterungen änderten die Bewegungen nicht. Eben so wenig Eindruck machte die Berührung mit einem positiven oder negativen elektrischen Körper. Nur das einfache elektrische Bad, es mochte positiv oder negativ seyn, das auf die grossen Blätter ganz unwirksam war, brachte stets ein lebhafteres und schnelleres Balanziren der Seitenblättchen hervor, welches nicht allein während des Elektrisirens, sondern auch eine geraume Zeit nachher fortdauerte. Von der Anwendung der beiden Pole einer galvanischen Säule auf *Hedysarum gyrans* nahm Giulio keine merkliche Wirkung wahr. Bemerkenswerth ist noch, dass die Bewegungen schwächer und langsamer wurden, da Hufeland die Härchen an den Blattstielen weggeschnitten hatte.

Die oscillirenden Bewegungen der Blätter scheinen, wie Ritter [6] annimmt, Folge eines verschiedenen Antriebs des Safts zu seyn, wodurch eine abwechselnde Turgescenz in den Gefässen der Blättchen hervorgebracht wird.

1) *Supplementum plantarum. Brunsvigiae* 1781. 8.

2) Vorläufige Nachricht von einer bis jetzt noch unbekannten sich bewegenden Pflanze; in Sammlungen der Physik und Naturgeschichte. Leipzig 1779. B. 1. S. 502.

Digitized by Google

3) *Description d'une espèce de Sainfoin, dont les feuilles sont dans un mouvement continuel;* in *Mém. de l'Ac. des sc. de Paris.* 1784. *p.* 616.

4) Beobachtung über die beweglichen Blätter des *Hedysarum gyrans*; in den Vorlesungen der kurpfälzischen physikalisch-ökonomischen Gesellschaft. Mannheim 1785. B. 1. S. 391.

5) Ueber die Bewegungen des *Hedysarum gyrans* und die Wirkung der Elektricität auf dasselbe; in Voigt Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte. B. 1. St. 3. S. 5.

6) Gehler's Journal B. 6. S. 478. Beiträge zur nähern Kenntniss des Galvanismus. B. 2. St. 3. S. 268. St. 4. S. 349.

VI. *Bewegungen der Blüthen und Zeugungstheile.*

§. 512.

Zuvörderst nehmen wir an den Blumen Bewegungen nach den Tageszeiten wahr, die denen der Blätter ähnlich sind. Dahin gehören das periodisch eintretende Heben und Senken der Blüthenstiele, und das Oeffnen und Schliessen der Blumen. Nach Linné's Beobachtungen lässt *Euphorbia germanica*, jede Nacht, so lange sie blüht, ihre Doldenstiele herabhängen, die sich am Morgen wieder erheben. *Geranium striatum, Ranunculus polyanthemos, Draba verna, Verbascum blattaria* u. a. neigen während der Nacht gleichfalls die Blüthen. Die Blumen von *Nymphaea, Lotus, Stratiotis, Potamogeton, Myriophyllum* u. a. richten sich am Tage aus dem Wasser auf, und tauchen Abends wieder unter.

Bei den meisten Gewächsen öffnen sich die Blüthen nur einmal und bleiben bis zum Verwelken aufgeschlossen. Viele dagegen öffnen und schliessen sich mehrmals, und zwar zu gewissen Zeiten des Tages. Das Schliessen mancher Blumen zur Nachtzeit war schon Baco bekannt, und er verglich es mit dem Schlafe der Thiere. Sorgsame Beobachtungen hierüber hat Linné [1] angestellt. Alle diejenigen Blumen, die sich am Tage öffnen und in der Nacht schliessen, nannte er *Flores solares*, und stützte auf das zu gewissen Stunden erfolgende Oeffnen seine Blumen-Uhr (*Horologium Florae*). Auch Pultney, Dav. de Gorter und Th. Martyn [3] haben sich mit diesem Gegenstande beschäftigt.

Die Pflanzen zeigen hinsichtlich der Zeit, in der sich ihre Blumen öffnen und schliessen, viele Verschiedenheiten.

Digitized by Google

Bei mehreren entfalten sich die Blüthen mit dem Aufgange der Sonne und legen sich erst mit dem Untergange wieder zusammen, wie bei *Hemerocallis fulva*, *Leontodon taraxacum*, *Bellis perennis*, *Papaver nudicaule* u, a. Manche schliessen die Blumen schon in den Nachmittags-Stunden, wie *Mesembryanthemum barbatum*, *Alyssum sinuatum*, *alyssoides*, *Anthericum album*, *Hieracium pulmonaria*, *fruticosum*, *rubrum*, *latifolium*, *Cichorium intybus*, *Hypochoeris hispida*, *pratensis*, *Crepis rubra*, *Calendula officinalis*, *africana*. Noch andere falten sich sogar wieder zwischen zehn und zwölf Uhr, wie *Tragopogon luteum*, *pratense*, *Crepis tectorum*, *alpina*, *Scorzonera tingitana*, *Sonchus arvensis*, *oleraceus*, *alpinus*, *palustris*, *lapponicus*, *repens*, *Lapsana glutinosa*. Manche Gewächse öffnen die Blumen erst zwischen acht und zehn Uhr, und schliessen sie gegen Mittag oder bald nachher, wie *Dianthus prolifer*, *Malva helvola*, *caroliniana*, *Portulaca hortensis*, *oleracea*, *Mesembryanthemum crystallinum*, *neapolitanum*, *nudiflorum*, *Calendula arvensis*, *Arenaria purpurea*, *Hieracium pilosella*, *Hypochoeris chondrilloides*, *Drosera longiflora*, *Moraea undulata*. Einige entfalten die Blüthen erst am Mittage, wie *Mesembryanthemum spectabile*, oder gegen Abend, wie *Ixia cinnamomea*, oder gar selbst in der Nacht, wie *Oenothera tetraptera*, *molissima*, *Silene noctiflora*, *Mirabilis longiflora*, *Gladiolus tristis*, *Cactus grandiflorus*, *triangularis*.

Linné theilte die am Tage offenen Blumen in meteorische, tropische und Aequinoctial-Blumen. Meteorische nannte er diejenigen, deren Oeffnen und Schliessen nach den äusseren Einflüssen, dem Lichte, der Wärme, der Feuchtigkeit und überhaupt nach der Witterung, veränderlich ist. So bleiben die Blumen der *Calendula pluvialis*, *africana*, *Anagallis arvensis*, und mehrere Oxaliden bei bedecktem Himmel geschlossen. Die Blüthen des *Sonchus sibiricus* dagegen schliessen sich in der Nacht nicht, wenn Regen bevorsteht. Bei den tropischen Blumen ist die Zeit des Aufschliessens und Zusammenfaltens von der Länge der Tage abhängig. Die *Convolvuli*, *Mesembryanthema* und *Oxalides* öffnen die Blumen früher an langen, und später an kurzen Tagen.

Digitized by Google

Die Aequinoctial-Blumen endlich sind im Oeffnen und Schliessen an eine bestimmte und unabänderliche Zeit gebunden.

1) *Philosophia botanica. p.* 272.

2) *Beschryving van un Bloem-Horologie; in Verhandel. van het Genootsch. te Rotterdam. D.* 1. *p.* 477.

3) *Observations on the flovering of certain plants; in Transactions of the Linnean Society. V.* 4. *p.* 158.

§. 513.

Diese während den Tageszeiten eintretenden Bewegungen der Blumen scheinen wie die der Blätter in einer Veränderung der Vitalität der Gewächse begründet zu seyn, womit unter dem Einflusse äusserer Agentien, ein verschiedenes Strömen des Saftes und ein verschiedener Grad von Turgescenz in den Blumenblättern verbunden ist. Das Aufrichten der Blüthenstiele und das Aufschliessen und Entfalten der Blumenblätter ist wohl von einem vermehrten Zuflusse dès Safts und einem daraus hervorgehenden Turgor abhängig. Das Senken der Blüthenstiele dagegen und das Schliessen und Zusammenfalten der Blumenblätter scheint die Folge eines verminderten Zuströmens des Saftes und der aufgehobenen Turgescenz zu seyn. Dies mag eines Theils bedingt seyn durch eine periodisch nach den Tageszeiten eintretende Veränderung in der Contractilität der Saftgefässe, andern Theils aber durch eine Veränderung der äusseren, den Vitalitäts-Zustand und die Saftbewegung bestimmender Agentien. Für eine Veränderlichkeit des vitalen Zustandes spricht, dass die Bewegungen der Blumen in einem genauen Verhältniss mit der Ernährung und dem Wachsthume stehen, und dass sie lebhafter bei gesunden und kräftig wachsenden Pflanzen erfolgen, als bei kranken und schwachen Gewächsen. Pflanzen, denen es an Wasser gebricht, entfalten und öffnen die Blumen gar nicht oder nur wenig. Nach der Befruchtungszeit hören die periodischen Bewegungen der Blumen ganz auf. Auch durch narkotische und giftige Substanzen mancherlei Art, welche die Contractilität der Saftgefässe zu tilgen scheinen, werden die Bewegungen der Blumen aufgehoben. Wärme und Licht haben gleichfalls einen grossen Einfluss auf die Bewegungen

Digitized by Google

der Blüthen. Bei einer sehr niederen oder sehr hohen Temperatur der Luft treten die Bewegungen nicht ein. Werden Gewächse längere Zeit dem Einflusse des Lichts entzogen, so hören die periodischen Bewegungen der Blumen auf, sie entfalten sich nicht. De Candolle [1] fand bei seinen Versuchen mit Pflanzen, die er in einen Keller brachte, welcher während der Nacht hell durch Lampen beleuchtet und am Tage dunkel gelassen wurde, dass bei manchen die Zeit des Oeffnens und Schliessens der Blumen verändert wurde. Einige Gewächse, die am Tage ihre Blumen aufschliessen, öffneten sie zur Nachtzeit, und schlossen sie Morgens. Andere, die sich in der Nacht öffnen, entfalteten sich am Morgen, und schlossen sich am Abend. Dies war der Fall mit *Ornithogalum umbellatum*, *Convolvulus purpureus*, *Mesembryanthemum noctiflorum*, *Hieracium amplexicaule*, *Anthemis maritima*. Die Blumen von *Ornithogalum umbellatum*, die sich Morgens gegen eilf Uhr öffnen und um drei Uhr schliessen, falteten sich, dem Lichte entzogen, sogleich zusammen, und breiteten sich, dem Lichte von Neuem ausgesetzt, wieder aus. Bei andern Gewächsen wurden die periodischen Bewegungen der Blumen durch Licht und Dunkelheit nicht verändert.

1) *Mém. présentés à l'Institut. T.* 1. *p.* 329.

§. 514.

Bei einigen Pflanzen treten auch Bewegungen an den Blumenblättern nach Reizen ein. Dies ist der Fall mit der *Ipomaea sensitiva* nach Turpin's Beobachtungen [1]. Das häutige Gewebe der glockenförmigen Blumenkrone dieser Pflanze wird von Faden oder Gefässen unterstützt, die bei der geringsten Berührung sich zusammenfalten, vielfach krümmen und die Corolle zum Schliessen bringen. Ist der Reiz entfernt, so entfalten sie sich von Neuem. Bewegungen durch Reize veranlasst, wollten auch Swagerman [2] und Bartolozzi [3] an den Blumen des *Apocynum androsaemifolium* beobachtet haben. Nach Roxbourgh's [4] Beobachtungen besitzen die Blumen der *Amaryllis saltatoria*, eines Gewächses Ostindiens, welches Sims [5] zuerst beschrieben hat, einen hohen Grad von Beweglichkeit. Bei der leisesten Berührung eines Insekts, oder eines sonstigen mechanischen Rei-

Digitized by Google

zes, oder der bewegten Luft, zeigen sie schwingende Bewegungen in verschiedenen Richtungen. Dass hierbei ein lebendes Contractions-Vermögen wirksam ist, lässt sich kaum bezweifeln. An Gewächsen in Treibhäusern gezogen, soll sich diese Eigenschaft verlieren.

1) Dutrochet a. a. O. p. 64.

2) *Waarneeming omtrent une byzondere Eigenschap van de Apocynum, in hed dooden van sommige soorten van vliegen; in Verhandeling. van de Genootsch. te Vlissingen. Deel* 5. *p.* 281. *Deel* 9. *p.* 1.

3) *Memorie sopra la qualita che hanno i fiori d'Apozynum androsaemifolium di prender le mosche; in Opuscoli scelti. T.* 2. *p.* 193.

4) *Asiat. Researches Vol.* 11. *p.* 359.

5) *Botanical Magazin. Tab.* 1310.

§. 515.

Auffallender als jene Bewegungen der Blumenkrone sind die der Zeugungstheile. Bei vielen Gewächsen gerathen sie zur Zeit ihrer vollkommenen Ausbildung und bei dem Acte der Befruchtung in Bewegung, wobei sich die oft in ansehnlicher Entfernung von einander abstehenden Theile näher kommen und sich berühren. Bei einigen Pflanzen richten sich die Staubfaden und Antheren auf und neigen sich gegen die Narbe; bei andern bewegt sich das Pistill zu den Antheren; und bei noch andern findet eine wechselseitige Annäherung beider statt.

Die Bewegung der Staubfaden zu dem Pistill scheint zuerst von Seb. Vaillant [1] an der *Parietaria* beobachtet worden zu seyn. Linné [2] sah bei *Parnassia palustris* und *Ruta graveolens* einen Staubfaden nach dem andern sich dem Stigma nähern, den Blüthenstaub ausstreuen, und sich wieder in seine vorige Stellung zurückziehen; während sich bei *Saxifraga tridactylites* alle Staubfaden mit einmal über das Pistill neigten. Aehnliche Bewegungen nahmen wahr Stieff [3] an *Amaryllis formosissima*, Stehelin [4] an *Parietaria officinalis*, Koelreuter [5] an Arten von *Ruta*, *Antirrhinum* und *Scrophularia*, J. F. Gmelin [6] an vielen Syngenesisten, an *Cactus opuntia* und *Cistus helianthemum*, Leske [7] an Arten von *Aquilegia* und *Saxifraga*. Die zahlreichsten Beobachtungen über diesen Gegenstand haben F. C. Medicus [8] und Desfontaines [9] angestellt. Diesen zufolge richten sich die Staubfaden zur Zeit der Befruchtung auf und

Digitized by Google

krümmen sich gegen das Pistill, die Antheren platzen und streuen den Blumenstaub auf die Narbe aus, und dann begeben sie sich in ihre vorige Lage zurück. Entweder bewegt sich ein Staubfaden nach dem andern zu dem Pistill, so wie sein Blumenstaub reif ist, wie bei *Hyoscyamus aureus*, *Fritillaria persica*, *Butomus umbellatus*, *Polygonum orientale*, *Scrophularia nodosa*, *aquatica*, *canina*, *lucida*, *Tamarix gallica* u. a.; oder die Staubfaden bewegen sich paarweise, oder zu drei, wie bei den Arten von *Saxifraga*, *Stellaria*, *Veronica*, *Kalmia*, *Alsine media*, *Moerrhingia muscosa*, *Swertia perennis*, *Rhus coriaria* u. a.; oder alle Staubfaden wandern zugleich zum Griffel, wie bei *Zygophyllum fabago*, *Agrimonia eupatoria*, *Ricinia humilis*, *laevis*, *Atropa physaloides* u. a. Von den zehn Staubfaden des *Sedum telephium* und *reflexum* setzen sich erst fünf, dann die übrigen in Bewegung.

Die Staubfaden von *Delphinium*, *Aconitum*, *Garidella*, die dicht um den Griffel stehen, entfernen sich von demselben, sowie der Blüthenstaub ausgestreut ist. Bei vielen Gewächsen richten sich nur die Antheren auf, neigen sich zu der Narbe, schütten den Blumenstaub aus, und ziehen sich wieder zurück, so bei *Lilium superbum*, *Amaryllis formosissima*, *Pancratium maritimum*, *illyricum* u. a. Humboldt sah, dass sich die Staubfaden der *Parnassia palustris*, einer nach dem andern, ruckweise und dann schnell der Narbe näherten, und nach Ausstreuung des Pollens in drei Absätzen wieder in ihre vorige Lage zurückkehrten, bis sie über das Blumenblatt zurückgebogen waren.

1) *Discours sur la structure des fleurs. Leide* 1718. 4.

2) *Fundamenta botanica. Amstel.* 1735. *Flora Suecica p.* 98. *Disquisitio de sexu plantarum. p.* 25.

3) *De vita nuptiisque plantarum. Lipsiae* 1741. 4.

4) *Thesis miscellaneae medico-anatomico-botanicae. Basileae* 1751. 4.

5) Vorläufige Nachricht von einigen das Geschlecht der Pflanzen betreffenden Versuchen und Beobachtungen. Leipzig 1761.

6) *De generatione vegetabilium. Lipsiae* 1773. *p.* 19.

7) *Irritabilitas vegetabilium, in singulis plantarum partibus explorata. Tubingae* 1768. 4.

8) Von der Neigung der Pflanzen sich zu begatten; in *Act. Acad. Theodoro-Palatin. T.* 3. *p.* 116. Pflanzen-physiologische Abhandlungen. Leipzig 1803. B. 1. S. 3.

Digitized by Google

9) *Observations sur l'irritabilité des organes sexuels d'un grand nombre des plantes*; *in Mém. de l'Acad. des sc. de Paris.* 1787. *p.* 468.

10) Beobachtungen über die Staubfaden der *Parnassia palustris;* in Usteri Annalen der Botanik. 1792. St. 3. S. 7.

§. 516.

Bewegungen an den weiblichen Zeugungstheilen kommen nicht so häufig als an den männlichen vor. Linné [1] sah das Neigen der Pistille und Narben zu den Staubfaden und Antheren bei *Nigella arvensis*, *Passiflora* und *Tamarindus*. Medicus nahm das Umbiegen der Griffel und das Anlegen der Narben an die Antheren bei folgenden Pflanzen wahr: *Nigella sativa*, *orientalis*, *Sida americana*, *umbellata*, *Passiflora vespertilio*, *suberosa*, *minima*, *coerulea*, *Oenothera repanda*, *molissima*, *biennis*, *fruticosa*, *Hibiscus malvaviscus*, *manihot*, *abelmoschus*, *africanus*, *phoeniceus*, *trionum*, *Cactus hexagonus*, *grandiflorus*, und *Turnera ulmifolia*. Desfontaines fand, dass vorzüglich in solchen Gewächsen eine Bewegung der Griffel und Narben zu den Staubfaden und Antheren statt hat, bei denen die kurzen Staubfaden unterhalb dem Pistill sitzen. Das Neigen der Griffel zu den Staubfaden hat er nicht nur bei mehreren der obigen Pflanzen, sondern auch bei *Lilium candidum*, *martagon*, *chalcedonicum*, *Epilobium angustifolium*, *spicatum* und *Callinsonia canadensis* beobachtet. Ferner zeigt es sich bei Arten der Gattungen *Gloriosa*, *Cymbidium* u. a. Eine Annäherung der beiderlei Zeugungstheile kommt nach Medicus Beobachtungen bei *Boerhaavia diandra*, und mehreren Arten von *Malva*, *Althaea*, *Alcea* und *Lavatera* vor.

1) *Philosophia botanica. p.* 91. *Amoenitat. academ. V.* 1. *p.* 360.

§. 517.

Desfontaines hielt jene Bewegungen für Wirkungen der Irritabilität der Staubfaden und Griffel, und meinte der Reiz, welcher die Zusammenziehung errege, sey die Ausdünstung der Zeugungs-Flüssigkeiten. Dagegen lässt sich einwenden, dass die Staubfäden mancher Gewächse mit männlichen Blumen, wie der Arten von *Urtica*, gleichfalls in Bewegung gerathen, und die Staubbeutel den Pol-

Digitized by Google

len ausstreuen. Die mit so vieler Regelmässigkeit erfolgenden Bewegungen der Zeugungstheile sind wohl zunächst als Folgen von innern, in dem Entwickelungsgange der Pflanzen begründeten Wachsthums-Bewegungen zu betrachten, mit denen ein durch das Zuströmen des Safts hervorgebrachter Zustand von Turgescenz und die Aeusserungen eines lebenden Contractions-Vermögens verbunden sind. Aeussere Einflüsse erregen die Bewegungen nicht gleich Reizen, sondern diese haben darauf nur einen mittelbaren Einfluss, in so weit als sie das vegetabilische Wachsthum überhaupt bedingen. Für den Antheil eines lebenden Contractions-Vermögens an den Bewegungen, welches in den ausgebildeten Zeugungstheilen erwacht, scheint die nachtheilige Wirkung der Gifte zu sprechen. Goeppert [1] bemerkte, dass die Staubfaden von *Ruta graveolens*, *angustifolia*, *divaricata*, *Saxifraga aizoon*, *sarmentosa*, *longifolia*, *punctata*, *Polygonum orientale*, *Zygophyllum fabago*, die Eigenschaft verloren, sich dem Pistill zu nähern, den Pollen auszustreuen, und wieder in ihre vorige Stellung zurückzukehren, wenn die Pflanzen in Blausäure oder Wasser von bittern Mandeln gesetzt wurden, und das eingesaugte Gift bis zu den Blüthen gelangt war. Bei der unmittelbaren Befeuchtung der Staubfaden mit den giftigen Flüssigkeiten wurde ihre Beweglichkeit sogleich getilgt, und sie welkten.

1) A. a. O. p. 23.

§. 518.

Die Zeugungs-Organe mehrerer Gewächse lassen sich auch durch äussere Reize in Bewegung versetzen. Am häufigsten zeigen die männlichen Geschlechtstheile diese Eigenschaft, entweder die Staubfaden und Antheren zugleich oder nur die letztern. Zu solchen Pflanzen gehören Arten von *Cactus*, *Centaurea*, *Cistus*, *Berberis*, *Scabiosa*, *Cichorium*, *Onopordon*, *Serratula*, *Hieracium*, *Ventenatia* u. a. Die Beweglichkeit der Staubfaden von *Cactus opuntia* haben Linné [1], Du Hamel [2] und Adanson [3] beobachtet. Wenn die zahlreichen und nach dem Aufschliessen der Blume von dem Pistill abstehenden Staubfaden dieses Gewächses mechanisch berührt werden, so bewegen sie sich schnell gegen

Digitized by Google

das Pistill, und legen sich zum Theil über dasselbe hin. Nach und nach ziehen sie sich wieder in ihre vorige Stelle zurück. Durch eine neue Reizung lassen sie sich zu abermaliger Bewegung bestimmen. Aehnliche Erscheinungen nahmen Koelreuter [4] an *Cactus tuna*, und Medicus an *Cactus hexagonus* und *grandiflorus* wahr.

Graf Covolo [5] bemerkte an *Centaurea calcitrapoides*, dass die beim Oeffnen der Blume bogenförmigen nach aussen gekrümmten Staubfaden sich bei der Reizung mittelst einer Nadel schnell gegen den Griffel bewegten und die Staubbeutel den Pollen ausstreuten. Er glaubte dabei deutliche Zusammenziehung der Staubfaden gesehen zu haben. Auch sollen sich selbst die ausgeschnittenen Staubfaden bei Reizen noch eine Zeitlang bewegen. Koelreuter hat solche Bewegungen auch an *Centaurea spinosa*, *cineraria*, *ragusina*, *eriophora*, *salmantica* beobachtet. Die gereizten Staubfaden kehrten nach einiger Zeit in ihre vorige Lage zurück. Sie liessen sich mehrmal zu Bewegungen reizen. Die Beweglichkeit war nach der Temperatur der Luft verschieden.

In den Arten von *Cistus* stehen die Staubfaden dicht um den Griffel. Werden sie berührt oder erschüttert, so bewegen sie sich langsam von demselben weg gegen die Blumenblätter, und zwar um so mehr, je stärker sie gereizt werden. Hierauf begeben sie sich schnell zu dem Griffel zurück und die zerplatzenden Antheren bestäuben die Narbe. Die durch den Wind erregte Erschütterung ist schon hinreichend die Bewegung der Staubfaden hervorzurufen. Morgens erfolgen die Bewegungen am lebhaftesten. Ist die Luft sehr warm und trocken, so sind die Staubfaden unbeweglich. Diese Bewegungen wurden von Du Hamel an *Cistus helianthemum*, von Koelreuter an *Cistus apenninus*, und von Medicus und Desfontaines an beiden, so wie an *Cistus ledifolius* beobachtet.

1) *Sponsalia plantarum; in Amoenit. academ.*

2) *Physique des arbres. T.* 2. *p.* 167.

3) *Famille des plantes. T.* 1. *p.* 59.

4) A. a. O.

5) *Discorso della irritabilita d'alcuni fiori, nuovamente scoperta. Firenza* 1764. 4.

Digitized by Google

§. 519.

Die zahlreichsten Versuche über die Beweglichkeit der Staubfaden bei Reizen wurden an *Berberis vulgaris* von Linné [1], Du Hamel [2], Adanson [3], Koelreuter [4], Smith [5], Medicus, Desfontaines, von Humboldt [6], Ritter [7], Nasse [8], Descemet [9], Macaire-Prinsep [10] und Goeppert [11] angestellt. Bekanntlich haben die Blüthen dieses Strauches sechs Staubfaden, welche am Tage in der entfalteten Blume von dem Griffel abstehen und nach aussen gebogen sind. Während der Nacht schliessen sich die Blüthen und die Staubfaden legen sich an das Pistill. Werden die Staubfaden zur Tageszeit an der Grundfläche oder der innern Seite mechanisch gereizt, durch Insekten oder mit der Spitze einer Nadel, so bewegen sie sich schnell gegen den Griffel und bestäuben die Narbe. Sticht man die Nadel in den Staubfaden, so ist die Bewegung rascher und zuweilen bemerkt man leichte Oscillationen. Bei niederer Temperatur ist die Bewegung langsam, und es verstreichen zuweilen einige Augenblicke, ehe sich die gereizten Staubfaden dem Pistill nähern. Kurze Zeit darauf ziehen sie sich wieder langsam von diesem gegen die ausgehöhlten Blumenblätter zurück. Zu dieser Bewegung brauchen sie einige Minuten, zuweilen eine Viertelstunde und darüber. Die Dauer ist nach der Beschaffenheit des Gewächses und der Temperatur der Luft verschieden. Das in Vergleich mit dem schnellen Hinbewegen gegen den Griffel höchst langsame Zurückziehen der Staubfaden zeigt, dass die Bewegungen nicht Wirkungen der Elasticität seyn können. Die Beweglichkeit der Staubfaden dauert nach Wegnahme der Blüthen- und Kelch-Blätter, und nach Ausschneidung des Pistills fort, nur ist sie nicht mehr so lebhaft und vollkommen. Auch wenn die Spitzen der Staubfaden weggeschnitten sind, lassen sie sich durch mechanische Reize noch in Bewegung versetzen.

Ausserdem hat man die Wirkung mancherlei anderer Reize auf die Staubfaden versucht. Koelreuter sah, dass das durch ein Brennglas concentrirte Sonnenlicht und elektrische Schläge die Staubfaden in Bewegung versetzten. Bei Humboldt's Versuchen bogen sich die gereizten Staubfaden in Blüthen, denen starke elektrische Schläge ertheilt waren, zwar bisweilen wiederum gegen die Blüthenblätter zurück,

Digitized by Google

sie waren aber dann unfähig, von Neuem zur Annäherung gegen das Pistill gereizt zu werden. Nasse erregte die Bewegung durch Anwendung des Galvanismus der Voltaischen Säule. An blühenden Zweigen, die in Wasser getaucht wurden, welches bis zu 32 oder 35 Grad C. erwärmt war, bewegten sich die Staubfaden sogleich oder bald nachher gegen das Pistill; nicht aber im Wasser, dessen Temperatur 10 bis 14 Grad betrug. Bei Ritter's Versuchen wurden die Staubfaden nicht durch Befeuchtung mit Alkohol und Opiumtinctur in Bewegung versetzt. Nasse und Goeppert dagegen erregten die Bewegung durch Aether, Alkohol, flüchtige Oele, Terpentingeist, Essigsäure und Salzsäure, worauf aber ihre Empfänglichkeit für mechanische Reize getilgt wurde. Gleiches erfolgte bei der Einbringung von Blausäure, Wasser von bittern Mandeln, und Zimmetwasser in die Blüthen. Macaire-Prinsep legte blühende Zweige in verdünnte Blausäure, worauf die Staubfaden das Vermögen verloren, sich bei äusseren Reizen zu bewegen. Dieselbe Wirkung hatte die Ausdünstung der Blausäure. Auch durch die wässerige Opium-Auflösung, verdünnte Auflösungen von Arsenik-Oxyd, arseniksaurem Kali und Kupfer-Sublimat wurden sie ihrer Beweglichkeit beraubt. Goeppert setzte blühende Zweige in verschiedene Flüssigkeiten, um die Wirkung der eingesaugten Substanzen auf die Beweglichkeit der Staubfaden zu prüfen. In Blausäure, im Wasser von bittern Mandeln, in flüssigem Ammonium, Alkohol, Aether, flüchtigen Oelen, Terpentingeist, Essigsäure, Salzsäure, in Auflösungen von metallischen Salzen, Arsenikoxyd, essigsaurem Blei und Kupfer, salpetersaurem Silber, schwefelsaurem Zink, verloren sie die Beweglichkeit, sobald die aufgesaugten Substanzen bis zu den Blüthen gelangt waren. Dies erfolgte nicht in der Auflösung von Opium, und in Infusionen der St. Ignatius-Bohnen, *Nux vomica*, Belladonna, und andern narkotischen Substanzen, so lange die Zweige frisch blieben.

Bemerkenswerth ist, dass die Staubfaden in Blüthen ihre Beweglichkeit behielten, die mit den Zweigen in Gefässe gebracht waren, welche drei und einen halben Tag dem Einflusse des Lichts entzogen wurden.

Digitized by Google

Die Staubfaden an andern Arten von *Berberis*, wie *Berberis humilis*, *canadensis*, *emarginata*, *cretica* und *cristata* sind nach Link's [12] und Goeppert's Beobachtungen gleichfalls mit der Eigenschaft begabt, sich bei Reizungen zu bewegen.

1) *Flora Suecica ed. 2. p.* 311.

2) *Traité des arbres et des arbustes. P.* 1. *p.* 72.

3) *Famille des plantes. T.* 1. *p.* 59.

4) *Nouvelles observations et expériences sur l'irritabilité des étamines de l'Epine-vinette (Berberis vulgaris);* in *Nov. Act. Acad. Petropolit. T.* 6. *p.* 207.

5) *Some observations on the irritability of vegetables;* in *Philos. Transact. Vol.* 78. *P.* 1. *p.* 158.

6) Ueber die gereizte Muskel- und Nerven-Faser. B. 2. S. 193.

7) Gehlen's Journal für die Chemie und Physik. B. 6. S. 456.

8) Untersuchungen über den Einfluss der Wärme auf die Staubgefäss-Bewegungen einiger Pflanzen; in Reil's Archiv für die Physiologie. B. 12. S. 258. Versuche über den Einfluss der Elektricität auf die Staubfaden der *Berberis vulgaris;* in Gilbert's Annalen der Physik. B. 41. S. 393.

9) *Recueil périodique de la Société de Médécine de Paris. T.* 3. *Nro.* 15.

10) *Mém. sur l'Influence des poisons sur les plantes douées de mouvemens excitables;* in *Annales de Chimie et de Physique. Sept.* 1828. *p.* 85.

11) Ueber die Reizbarkeit der Staubfaden der *Berberis vulgaris;* in der Zeitschrift *Linnea.* Jul. 1828.

12) Grundlehren der Anatomie u. Physiologie der Pflanzen. S. 259.

§. 520.

Bei mehreren Pflanzen gerathen die Staubfaden zur Zeit der Ausbildung in Bewegung, ohne hierzu durch äussere Reize bestimmt zu werden, während dagegen das Zerplatzen der Staubbeutel durch mechanische Reizung erregt werden kann. Dies Phänomen nimmt man an den Arten von *Parietaria*, *Spinacia*, *Atriplex*, *Urtica* und einigen anderen Gattungen wahr. J. Bauhin [1] scheint es zuerst an der *Parieteria officinalis* beobachtet zu haben, deren Antheren den Pollen ausstreuten, da er die Staubfaden aus den Blüthen herausnehmen wollte. Morison [2], Ray [3], Vaillant, Staehelin, Linné u. a. sahen gleichfalls das Platzen der Staubbeutel der *Parietaria* bei mechanischen Reizen. In der Zwitter- oder auch bloss männlichen Blüthe dieser

Digitized by Google

Pflanze finden sich vier in der Blumendecke eingeschlossene Staubfaden, welche sich allmählig erheben und nach aussen krümmen. Berührt man sie in dieser Lage, so streuen sie den Blumenstaub aus. Gleiches erfolgt bei der Reizung der Antheren der fünf Staubfaden von *Atriplex patula*. In den Arten von *Spinacia*, bei denen die Zeugungstheile in verschiedenen Blüthen vertheilt sind, richten sich die fünf Staubfaden zur Zeit der Reife auf und biegen sich nach Aussen. Reizt man jetzt die Antheren, so zerplatzen sie. Die vier Staubfaden der männlichen Blüthe der Arten von *Urtica* sind Anfangs einwärts gekrümmt. Sowie sie zeitigen, erheben sie sich und krümmen sich auswärts, so dass sie fast eine horizontale Lage annehmen. Werden die Staubbeutel berührt, so öffnen sie sich plötzlich und streuen den Pollen aus. Dies wurde von Staehelin, Haller [4], Alston [5], Gmelin, Medicus u. a. an *Urtica dioica*, *canabina*, *pilulifera* u. a. beobachtet. Aehnliche Erscheinungen werden an den Antheren mehrerer Arten von *Morus*, *Chenopodium*, *Forskohlea*, *Orchis*, *Stachys*, *Anemone* u. a. aufgeführt.

1) *Historia plantarum universalis. T.* 2. *p.* 976.

2) *Plant. Oxon. T.* 2. *p.* 600.

3) *Histor. plant. T.* 1. *p.* 206.

4) *Enumeratio method. p.* 174. *(Hist.-stirp. indigen. Helvet. T.* 2. *p.* 265.

5) *Tyrocinium Edinburg. p.* 36.

§. 521.

Das Stigma mehrerer Pflanzen lässt sich durch äussere Reize in Bewegung versetzen. Linné [1] erwähnte zuerst des Schliessens der geöffneten Narbe der *Gratiola*, wenn sie vom Pollen berührt wird, was auch Adanson [2] beobachtete. In der *Martinia annua*, *perennis*, *proboscidea*, *Bignonia catalpa*, *radicans*, deren Stigma aus zwei über einander liegenden, bei der vollkommenen Entfaltung der Blüthe weit geöffneten Lappen besteht, näheren sich dieselben, nach Adanson's, Koelreuter's und Medicus Versuchen, indem sich der untere Lappen schnell gegen den oberen bewegt, sobald Blüthenstaub auf die Narbe gebracht oder dieselbe mit einer Nadel gereizt wird. Die Bewegung er-

Digitized by Google

folgt um so lebhafter, je wärmer die Luft ist. Bei kalter Temperatur und bei Regenwetter ist das Stigma unbeweglich. Aehnliche Bewegungen sind von Medicus an der Narbe von *Lobelia syphilitica*, *erinus*, *erinoides*, *Antirrhinum albescens*, *glaucum*, *Cliome arabicum*, *Justicia ciliaris*, *hysopifolia*, *Lavandula latifolia*, *multifida*, *spica*, *Scrophularia lucida* beobachtet worden. Auch das Stigma von *Mimulus guttatus* zeigt sich nach Kielmeyer's [3], und das von *Mimulus glutinosus* nach Braconnot's Versuchen bei Reizen sehr beweglich. Ferner ist der Griffel von *Stylidium graminifolium* mit einem hohen Grade von Beweglichkeit begabt [4]. In der entfalteten Blüthe ist er über die umgeschlagene Lippe der Blumenkrone gebogen, so dass das Stigma mit den Antheren in Berührung kommt. Wird die Basis des Griffels leicht berührt, so springt er plötzlich in die Höhe. Nach einiger Zeit kehrt er in die vorige Lage zurück. Wird er von Neuem gereizt, so wiederholt sich die Bewegung. Nach öfterer Reizung nimmt die Bewegung an Lebhaftigkeit und Stärke ab.

Goeppert [5] fand bei seinen Versuchen über die Wirkung der Blausäure auf Pflanzen, dass das Stigma der *Bignonia catalpa*, der *Martinia proboscidea*, und des *Mimulus glutinosus* und *guttatus* bei der Anwendung von Blausäure seine Beweglichkeit verlor, man mochte eine ganze Pflanze in dieses Gift setzen, oder dieses oder nur seine Ausdünstung unmittelbar auf dasselbe einwirken lassen.

1) *Hortus Clifort. p.* 9.

2) *Famille des plantes. T.* 1. *p.* 122.

3) Autenrieth's und Bohnberger's Blätter für Naturwissenschaft und Arzneikunde. B. 1. St. 1. S. 99.

4) *Account of the sensitive properties of the Stylidium graminifolium;* in *Edinburgh Journal of science. January* 1829. *p.* 185.

5) A. a. O. p. 24.

§. 522.

Die angeführten Bewegungen der männlichen und weiblichen Zeugungs-Theile nach Reizen lassen sich nur als Wirkungen eines denselben inhärirenden lebenden Contractions-Vermögens ansehen, welches durch Reize verschiedener Art in Thätigkeit versetzt wird. Hiefür lässt

Digitized by Google

sich namentlich der dieses Vermögen tilgende Einfluss der Gifte anführen. Wahrscheinlich hat es in dem Zellengewebe seinen Sitz.

§. 523.

Ferner zeigen die reifen Samenkapseln einiger Gewächse, der Gattungen *Balsamina*, *Cardamine*, *Dentaria*, *Momordica*, *Impatiens* u. a., wie schon Tournefort [1] bemerkt hat, auffallende Bewegungen, wenn sie berührt werden, sie springen auf und streuen die Samenkörner aus, wobei sich die Lappen der Kapseln spiralförmig rollen. Obgleich diese Bewegungen von den meisten Pflanzen-Physiologen für blosse Wirkungen der Elasticität gehalten worden sind, so scheint auch dabei ein lebendes Contractions-Vermögen des Zellengewebes thätig zu seyn. Hiefür lässt sich anführen, dass jene Eigenschaft durch die Anwendung von Giften getilgt wird. Carradori [2] brachte Samenkapseln von Balsaminen in Kirschlorbeer-Wasser, worauf sie die Fähigkeit verloren, bei mechanischer Reizung aufzuspringen; solche dagegen, die in kaltes Wasser gelegt waren, blieben beweglich. Nach Goepperts [3] Versuchen mit den Samenkapseln von *Cardamine pratensis* und *Dentaria enneaphylla*, verloren sie ihre Beweglichkeit in Blausäure. Auch er hält das Aufspringen für eine Lebens-Aeusserung, die durch die Contractilität des Zellengewebes hervorgebracht wird. Dutrochet [4] leitet die Bewegungen von der Eigenschaft des Pflanzen-Gewebes her, sich bei einem gewissen Zustande von Turgescenz zu krümmen. Zufolge seiner Untersuchung ist jede Klappe einer Samenkapsel aus concentrischen Schichten kleiner Bläschen zusammengesetzt, welche von der Peripherie gegen die Mitte immer kleiner werden. Die Neigung sich zu krümmen hänge ab von der Ungleichheit der Anschwellung zwischen den aus grossen und kleinen Bläschen bestehenden Schichten, sobald irgend eine Ursache einen Zustand von Turgescenz herbeiführe. Diese mechanische Ansicht lässt sich mit der Wirkung der Gifte nicht zusammenreimen.

1) *Observations physiques, touchant les muscles de certaines plantes;* in *Mém. de l'Ac. de Paris. Depuis* 1666 *jusqu'à* 1699. *T.* 10. *p.* 406.

Digitized by Google

2) *Memorie della Societa Italiana delle scienze residente in Modena. T.* 18. *No.* 1.

3) A. a. O. p. 25.

4) A. a. O. p. 67.

VII. *Bewegungen der Gewächse von dem Feuchtigkeits-Zustande der Luft abhängig.*

§. 524.

Endlich gibt es Bewegungen an Gewächsen, die von dem Feuchtigkeits-Zustande der Luft und deren Wirkung auf das Pflanzen-Gewebe abhängen, und die sowohl an lebenden als todten Pflanzen vorkommen. Ein auffallendes Beispiel der Art gibt die *Carlina vulgaris* nach Bierkander's Beobachtungen [1]. Sie vertrocknet nach der Blüthezeit und bleibt mit den Blättern und dem Kelche bis ins nächste Jahr stehen. Während dieser Zeit zieht sich der Kelch bei feuchter und trüber Witterung zusammen, bei trocknem und hellem Wetter dagegen öffnet er sich und breitet sich in horizontaler Richtung aus. Aehnliche Erscheinungen bietet die getrocknete *Anastatica hierochantina* dar. Die Bewegungen der Borsten von *Funaria hygrometrica*, der Grannen der *Stipa pennata*, *Avena fatua* und mehrerer Geranien sind hygrometrisch, und man hat sich ihrer als Hygrometer bedient [2]. Vielleicht gehören hieher auch die Bewegungen der zusammengesetzten Blätter der *Porliera hygrometrica*, die sich bei bevorstehendem Regenwetter gegen einander neigen. Ferner sind dahin zu zählen die Bewegungen der Mooskapseln und der kettenförmigen Samenschleudern der *Jungermannia* und *Marchantia*.

1) Neue Abhandlungen der Schwedischen Akademie. 1782. S. 80.

2) J. M. F. Lodemann Ueber den Gebrauch des geranneten Samens vom *Geranium gruinum* zum Hygrometer; in Annalen der ökonom. Gesellschaft zu Potsdam. B. 3. St. 5. S. 55.

— *A. Soares Barbosa Observaçoes sobre hum hygrometro vegetal (Geranium moschatum et malacoides); in Memorias da Acad. da Lisboa. T.* 1. *p.* 262.

Digitized by Google

Drittes Kapitel.

Von den Ursachen und Kräften, welche die Bewegungen der lebenden Körper bewirken.

§. 525.

Bewegungen äussern, wie sich aus den beiden vorhergehenden Kapiteln ergibt, alle lebende Körper, die Thiere wie die Pflanzen. Jeder Act des Lebens scheint mit räumlichen Veränderungen verbunden zu seyn, die entweder unmittelbar durch die Sinne wahrgenommen werden können, oder auf deren Vorhandenseyn wir aus Erscheinungen schliessen müssen, welche ohne Bewegung nicht vorstellbar sind, wie die des Bildens, Ernährens und Wachsens, und die Verrichtungen der Nerven. Die Bewegungen der lebenden Körper lassen sich weder als Wirkungen der Gravitation, noch als durch einen von Aussen mitgetheilten mechanischen Impuls hervorgebracht, ansehen. Eben so wenig sind sie bis jetzt durch die bei dem Spiele der chemischen Affinitäten sich thätig zeigende Anziehung und Repulsion auf eine genügende Weise erklärt worden. Ausgezeichnete Naturforscher und Aerzte halten sie daher für eigenmächtige, durch Kräfte besonderer Art bewirkt, die in ihrer eigenthümlichen Beschaffenheit begründet sind. Fragen wir aber, welches sind diese Kräfte, unter welchen Bedingungen und nach welchen Gesetzen wirken sie; so stossen wir auf einen Gegenstand, über den die verschiedensten Meinungen und Lehren aufgestellt, und die heftigsten Streitigkeiten geführt worden sind. Für nothwendig erachte ich es, der Entwickelung meiner Ansicht die wichtigsten Lehren der Vorgänger über die bewegenden Kräfte der lebenden Körper in gedrängter Kürze voraus zuzuschicken und sie einer

Digitized by Google

Prüfung zu unterwerfen, um die in ihnen enthaltenen mit der Erfahrung übereinstimmenden Wahrheiten hervorzuheben und ihre Irrthümer aufzudecken.

§. 526.

Der Physiolog, welcher den Thieren zuerst mit Bestimmtheit eine eigenthümliche, die Bewegungen bewirkende Kraft zuschrieb, war Glisson [1]. Er legte ihr den Namen der Irritabilität bei, weil sie durch Einflüsse verschiedener Art, die er Reize *(Causae irritantes)* nannte, in Thätigkeit versetzt werde. An ihr unterschied er die Fähigkeit, die Reize zu percipiren oder durch Reize verändert, afficirt, zu werden, und das Bestreben durch Bewegungen, die in Zusammenziehung beständen, gegen die Reize zurückzuwirken [2]. Die Perception der Reize sah er von der Empfindung *(Sensatio)* verschieden an, weil das Herz und der Darmkanal bei sie treffenden Reizen sich bewegen, ohne dass damit Empfindungen verbunden sind. Diese Theile, sowie die Muskeln, würden selbst vom Körper getrennt, durch Reize verschiedener Art eine Zeit lang in Bewegung versetzt. Mit der Perception eines Reizes könne jedoch auch Empfindung vergesellschaftet seyn, wie bei der Reizung eines Nerven. Er stellte drei Arten der Perception der Reize und Irritabilität auf, die natürliche, die sensitive und die vom Willen abhängige [3]. Erstere, die natürliche, komme der thierischen Faser überhaupt und selbst dem Blute und den Säften zu. Bei der sensitiven werde die Wirkung der äusseren Eindrücke oder Reize auf die irritabelen Fasern durch die gereizten Nerven vermittelt. Die dritte Art endlich werde durch den *Appetitus animalis* oder den Willen bestimmt, indem das Hirn die Muskeln von Innen heraus in Bewegung versetzt. Ausserdem fügte er schätzbare Bemerkungen über die Grade der Irritabilität und deren Veränderlichkeit unter verschiedenen Umständen bei [4].

Glisson's Lehre von einer den Thieren inwohnenden, organischen oder vitalen Bewegungskraft, die durch äussere oder innere, im lebenden Körper selbst hervorgebrachte, Reize zur Thätigkeit aufgefordert werde, fand bei seinen durch die Systeme der Chemiatrie und Jatromechanik ver-

Digitized by Google

blendeten Zeitgenossen keinen Eingang, und wurde erst im folgenden Jahrhundert gewürdigt.

1) *De natura substantiae energetica, s. de vita naturae. Londin.* 1672. 4. *De ventriculo et intestinis. Lond.* 1677. 12. *Tractatus posterior Cap. 7. De irritabilitate fibrarum.*

2) A. a. O. p. 163. *Actio fibrae proprie dicta, sive motus ejus activus, consistit in contractione, vigoratione, molitione et labore ejusdem. Quando enim fibra contrahitur, vigoratur, nititur, tenditur, laborat, et tractu temporis defatigationi atque lassitudini obnoxia fit. Dividitur actio in naturalem et praeternaturalem, sive in sanam et laesam; utraque admittit gradus. Estque vel remissa, vel intensa, vel media. Hi gradus oriuntur a gradibus roboris tum irritabilitatis, tum causarum irritantium.*

3) A. a. O. p. 168. *Perceptio naturalis ea est, qua fibra alterationem sive illatam, sive gratam, sive ingratam percipiens, ad eam appetendam, vel fugiendam, et conformiter ad se movendam excitatur. Secunda, sensitiva, est ea qua fibra sensu alterationem in externo organo factam advertens, ad aliquid appetendam, seque conformiter movendam, impellitur. Tertia, ab appetitu animali regulata, ea est, qua cerebrum fibras musculorum ad ea quae appetit exequenda, ab intus commovet.*

A. a. O. p. 194. *Ex dictis elucescit, dari revera tres Irritabilitatis species, naturalem, sensitivam externam, et a phantasia imperatam.*

4) A. a. O. *p.* 195. *Cap.* 9. *De Irritabilitatis differentis.*

§. 527.

Stahl [1], der sich das grosse Verdienst erwarb, den Unterschied der lebenden Wesen, namentlich der Thiere, von den leblosen Körpern hervorzuheben, und auf ihre Eigenthümlichkeit in dem Bau und der Mischung aufmerksam zu machen, hielt die Seele für die Grund-Ursache des Lebens und der mit demselben verbundenen Bewegungen. Eine ähnliche Ansicht hatten zwar schon Des Cartes und van Helmont geäussert, und noch bestimmter war sie von zwei ausgezeichneten Jatro-Mathematikern, Borelli und Perrault, ausgesprochen, welche die Seele für die Urheberin der Bewegungen der Thiere gehalten, und ihren Einfluss auf alle Verrichtungen nachzuweisen gesucht hatten. Am eifrigsten und consequentesten jedoch vertheidigte und entwickelte Stahl diese Lehre, so dass er als der Stifter des psychischen Systems in der Physiologie angesehen werden kann. Nach seiner Meinung kommt dem thierischen Kör-

Digitized by Google

per, als solchem, keine Kraft zu, sich zu bewegen, sondern er wird durch eine immaterielle Substanz, die Seele, die mittelst des Nervensystems wirkt, in Bewegung versetzt. Diese erzeuge und bilde auch den Körper, und erhalte ihn in seinen Eigenschaften. Alle durch Muskeln vollzogene Bewegungen, die willkührlichen sowohl als die unwillkührlichen, lässt er durch die Seele hervorbringen, die ersteren mit Bewusstseyn und Ueberlegung, die letzteren auf eine bewusstlose Weise. Ausser der Muskel-Bewegung nahm er in den übrigen weichen Theilen durch Spannung und Erschlaffung bewirkte Bewegungen an, die er tonische nannte. Durch sie würden das Blut in den Gefässen, und die Säfte in den Ausführungsgängen der Drüsen und im Zellstoff bewegt, und sie trügen zur Ernährung und Absonderung der Säfte bei. Auch diese Bewegungen sah er als Wirkungen der Seele an. Jeder äussere auf irgend ein Organ wirkender Reiz bringe zunächst eine Veränderung in der Seele hervor, und bestimme sie zu einer Rückwirkung auf das gereizte Organ, die sich durch Bewegung kund thue. Die Wirkung mancher Reize auf die Seele sey dunkel und undeutlich, so dass ihr Eindruck nicht wahrgenommen werde, und eben so dunkel und undeutlich sey oft die Rückwirkung der Seele, so dass sie nicht mit Bewusstseyn geschehe. Eifrige Anhänger dieses Systems unter den Deutschen waren Carl [2], Coschwitz [3], Gohl, Platner [4] u. a. Unter den Engländern vertheidigten es Porterfield, R. Whytt [5], E. Darwin [6], und unter den Franzosen Boissier de Sauvages [7], die es zum Theil modificirten.

Gegen diese Lehre, welche den thierischen Körper als solchen, seine Organisation und sein materielles Substrat für ganz unwirksam und kraftlos ausgibt, lassen sich erhebliche Einwürfe machen. Stahl hält irrigerweise die Seele, als eine der Bewegungen veranlassenden Ursachen, für identisch mit den Bewegungen bewirkenden Kräften. Obgleich sich nicht in Abrede stellen lässt, dass die Thiere durch das empfindende und vorstellende Princip sich selbstthätig zu gewissen Bewegungen bestimmen, so folgt daraus doch nicht, dass die Seele dieselben auch vollziehe, und dass der Impuls zu allen Bewegungen durch die Seele gegeben wird. Wir können diese nur als eine Ursache an-

Digitized by Google

sehen, wodurch bewegende Kräfte in Thätigkeit versetzt werden, ohne sie jedoch für die die Bewegungen ausübende Kraft selbst zu halten. Dass beide in ihren Wesen verschieden sind, ergibt sich daraus, dass die Muskeln, das Herz und alle mit Muskeln versehenen Theile, der Magen und Darmkanal, vom Körper getrennt, noch eine Zeit lang ihre Bewegungen fortsetzen, wenn sie gereizt werden. Wäre hier die bewegende Kraft mit der Seele eins, so müsste man eine Theilbarkeit derselben mit der Trennung des Körpers annehmen, was dem Grundbegriffe von der Einheit und Untheilbarkeit der Seele widerspricht. Ferner nehmen wir Bewegungen und Lebens-Aeusserungen an den Pflanzen wahr, die doch keine Erscheinungen darbieten, die wir mit einiger Wahrscheinlichkeit für Wirkungen der Seele halten können. Stahl und einige seiner Anhänger suchten diesem Einwurfe zwar dadurch zu begegnen, dass sie die Lebens-Aeusserungen dieser für Wirkungen eines Mechanismus ausgaben. Hierin können wir aber nicht beistimmen, weil wir an Pflanzen und Thieren Eigenschaften erkennen, die sie mit einander gemein haben, und wodurch sie sich wesentlich von den leblosen Körpern unterscheiden. E. Darwin, auf Scheingründe sich stützend, hat selbst kein Bedenken getragen, auch die Pflanzen für empfindende Wesen zu halten.

1) *Theoria medica vera, physiologiam et pathologiam sistens. Halae* 1708. 4.

2) *Synopsis medicinae Stahlianae. Büdingae* 1724. 8.

3) *Organismus et mechanismus in homine vivo obvius et stabilitus. Lipsiae* 1725. 4.

4) *De principio vitali. Lipsiae* 1777. *Repetitio brevis et assertio doctrinae Stahlianae de motu vitali. Lipsiae* 1781. *Quaestiones physiologicae. Lipsiae* 1794. 8.

5) *Essay on the vital and other involuntary motions of animals. London* 1751. 8.

6) *Zoonomia*, übersetzt von J. B. Brandis. Hannover 1795.

7) *Nosologia methodica. Amstelodami* 1768. 8.

§. 528.

Glisson's Lehre von einer den organischen Körpern zukommenden, die Bewegungen bewirkenden Kraft, der Irritabilität, führte De Gorter[1] weiter aus. Er räumte die-

ser Kraft selbst noch ein grösseres Feld ein, indem er nicht nur den Thieren, sondern auch den Pflanzen die Eigenschaft zugestand, sich durch Reize zu Bewegungen bestimmen zu lassen. In allen Theilen der lebenden Körper nahm er ein inneres, die Bewegungen, unter dem Einflusse von Reizen, hervorbringendes Princip an, welches er von der Federkraft und allen sonstigen, mechanische oder chemische Erscheinungen bewirkenden, physischen Kräften unterschied. Da auch in Pflanzen Bewegungen nach Reizen eintreten, so dürfe jenes innere Princip der Wirksamkeit nicht mit der Seele und der Nervenkraft verwechselt werden, weil in diesen solche Kräfte nicht vorkämen. Genauer als Glisson handelte er ferner von den vitale Bewegungen erregenden Reizen.

In seine Fusstapfen traten F. Winter [2] und Lups [3]. Jener sah die Reizbarkeit als eine jeder Faser des thierischen Körpers inhärirende Kraft an, die nicht allein durch den Einfluss der Nerven, sondern durch Reize mancherlei Art in Thätigkeit versetzt werden könne. Dieser dagegen suchte zu beweisen, dass die Irritabilität auch den Gewächsen zukomme, indem manche deutliche Bewegungen nach Reizen ausüben. So leitete er namentlich die Bewegungen der Antheren von der Irritabilität her. Auch Gaub [4] schrieb den lebenden festen Theilen, den Muskeln und Nerven, sowie dem Zellstoff eine bewegende Kraft zu, und unterschied, wie Glisson, die Fähigkeit durch Reize afficirt zu werden und das Vermögen gegen die Reize zurückzuwirken. Jene Kraft nahm er zwar in den festen Theilen an, doch räumte er ein, dass sie zum Theil schon in den Säften vorhanden seyn müsse, aus denen sich die festen Theile bilden.

1) *Exercitationes medicae quatuor. Amstel.* 1737. 4. *Exercitatio medica quinta de actione viventium particulari. Amstel.* 1748. 4.
2) *De certitudine in medicina practica. Franeker.* 1746. *fol.*
3) *De irritabilitate. Leid.* 1748. 4.
4) *Institutiones pathologiae. Lugdani Batav.* 1758. 8. §. 169.

§. 529.

Obgleich die Bewegungen der organischen Körper von den eben genannten Physiologen und Aerzten als Wirkungen

Digitized by Google

einer den lebenden Theilen zukommenden eigenthümlichen Kraft angesehen wurden, die sie sehr wohl von den allgemein physischen Kräften, sowie von der Seele unterschieden; so hatten sie die in den lebenden Körpern und ihren verschiedenen Theilen bei Reizen eintretenden Bewegungen und die Art, wie sie vollzogen werden, noch so wenig zum Gegenstande der Beobachtung gemacht, dass die von ihnen als das Princip aller organischen Bewegungen aufgestellte Reizbarkeit, mehr als eine hypothetisch angenommene, verborgene Qualität, denn als eine erwiesene organische Grundkraft angesehen wurde. Dies bewog Haller [1] die Wirkung der Reize auf die verschiedenen thierischen Theile und die durch sie hervorgebrachten Veränderungen zum Gegenstande der Beobachtung und des Versuchs zu machen. An lebenden Thieren verschiedener Klassen legte er Muskeln, Nerven, sowie das Herz, Gefässe, Häute, Sehnen, Bänder, Knorpel, Knochen, Drüsen und Eingeweide bloss, und wendete eine grosse Anzahl verschiedener, mechanisch oder chemisch wirkender Agentien auf sie an, um die dadurch in den Theilen hervorgebrachten Wirkungen auszumitteln. Durch seine sehr zahlreichen und mannigfaltigen Versuche glaubte er sich zu folgenden Behauptungen berechtigt. Der organischen Faser überhaupt und allen festen Theilen der Thiere und Pflanzen komme in verschiedenem Grade die Eigenschaft zu, wenn sie durch eine äussere Gewalt innerhalb gewisser Gränzen ausgedehnt würden, nach Entfernung derselben, wieder ihre vorige Lage anzunehmen. Diese Eigenschaft, welche er Zusammenziehbarkeit *(Contractilitas)* nannte, sey allein in ihrer materiellen Beschaffenheit und in ihrem organischen Gefüge begründet. Sie könne nicht als eine Kraft der lebenden Körper angesehen werden, weil sie sich in den Theilen auch nach dem Erlöschen des Lebens äussere. Er sah sie daher als eine todte, mit der Federkraft identische Kraft an. Das Klaffen der Wundränder, das Auseinanderspringen und die Verengerung durchschnittener Blutgefässe hielt er gleichfalls für blosse Wirkungen der Contractilität. Die Muskeln lebender Thiere allein seyen mit der Eigenschaft begabt, sich bei der Anbringung von Reizen verschiedener Art zusammenzuziehen und in oscillirende Bewegungen zu gerathen. Diese

Digitized by Google

Bewegungen seyen Lebens-Aeusserungen, weil die Muskeln mit dem Tode eines Thieres oder bald nach demselben nicht mehr durch Reize in Thätigkeit versetzt werden könnten. Die den lebenden Muskeln inhärirende Eigenschaft, sich bei Reizen zusammen zu ziehen, nannte Haller Reizbarkeit *(Irritabilitas)*, und sah sie als eine nur der lebenden Muskelfaser inwohnende, von allen sonstigen Kräften verschiedene Kraft an, deren Ursache unbekannt sey. Alle übrigen Theile, Nerven, Gefässe, Häute, Drüsen, Sehnen, Bänder, Knorpel und Knochen seyen nicht reizbar, weil er bei seinen zahlreichen Versuchen an denselben keine Bewegungen beobachtet habe. Ausser den Bewegungen an gereizten lebenden Muskeln nahm er bei der Reizung von Theilen, die mit Nerven versehen sind, sowie bei der Anbringung von Reizen an die Nerven selbst, Aeusserungen des Schmerzes und des Empfindens wahr. Das Empfinden sah er als eine besondere lebende Eigenschaft der Nerven und Nerven-Gebilde an, und belegte dieselbe mit dem Namen der Nervenkraft oder Empfindlichkeit *(Sensibilitas)*. An den gereizten Nerven konnte er keine Bewegungen erkennen, doch räumte er ein, dass bei dem Empfinden und den Lebens-Aeusserungen der Nerven vielleicht ein sehr feines Fluidum, der Nervensaft oder der Nervengeist, in Bewegung begriffen sey. So wurden also nach Haller's Lehre die an gereizten organischen Theilen eintretenden, durch Contraction und Expansion sich äussernden Bewegungen, das alleinige Criterium des Vorkommens der Reizbarkeit, und diese Kraft wurde allein auf die Muskelfasern beschränkt.

So sehr wir Haller's grosses Verdienst anerkennen müssen, die Wirkungen der Reize auf dem Wege der Beobachtung und des Versuchs genauer als seine Vorgänger erforscht und unterschieden zu haben, so beging er doch darin eine grosse Einseitigkeit, keine andere Wirkungen derselben auf die lebenden Körper, als die des Empfindens durch die Nerven, und die des Bewegens durch die Muskeln anzunehmen, und die Empfindlichkeit und Muskel-Reizbarkeit für die alleinigen Kräfte des Lebens zu halten. Viele Theile gibt es im thierischen Körper, die sich gereizt weder empfindlich, noch reizbar, in Haller's Sinn,

Digitized by Google

zeigen, denen wir aber dennoch Leben zuschreiben müssen, weil wir an ihnen Bildungs- und Ernährungs-Erscheinungen wahrnehmen. Bedingten jene Kräfte allein das Leben, so dürfte man die Pflanzen, denen diese Kräfte abgehen, nicht zu den lebenden Körpern zählen. Die ersten Aeusserungen des Lebens in den Keimen der Thiere bestehen ferner in blossen Bildungs- und Wachsthums-Erscheinungen, die mit Bewegungen verbunden sind, ohne dass sich Muskelfasern in ihnen nachweisen lassen. Von den Vorgängen des Bildens hängt erst das Entstehen der Muskeln und Nerven ab, an denen sich die Muskel-Contractilität und Empfindlichkeit äussert. Ja diese Gebilde mit ihren Kräften bleiben nur so lange wirksam als sie ernährt sind. Ausserdem nehmen wir wahr, dass die Bildungs- und Ernährungs-Erscheinungen der Thiere und Pflanzen von äusseren Einflüssen oder Reizen abhängig, und innerhalb gewisser Schranken veränderlich sind. Die absondernden Werkzeuge, die Drüsen, die Schleim-, serösen- und Synovial-Häute, obgleich nicht mit Muskelfasern versehen, werden gleichfalls bei Reizen, die sie treffen, zur Thätigkeit bestimmt. Auch darin beging Haller einen Irrthum, dass er die contractilen Erscheinungen des Zellstoffs, der Gefässe, der Ausführungsgänge und Häute für blosse Wirkungen der Federkraft hielt. So sehen wir Thiere aus blossem Schleimstoff bestehend nach Reizungen sich bewegen. Ausserdem kommen an Pflanzen Bewegungen vor, obgleich sie nicht mit Muskeln versehen sind. Die Eigenschaft der Thiere und Pflanzen durch Reize afficirt zu werden, und durch Bewegungen sich thätig zu zeigen, können wir also nicht auf Haller's Reizbarkeit zurückführen, deren Begriff in zu engen Gränzen aufgestellt ist. Reizbarkeit im weiteren Sinne des Worts kommt nicht bloss den Muskeln, sondern allen Theilen und Gebilden der organischen Körper zu, nicht aber Irritabilität in der von Haller angenommenen Bedeutung.

1) *Primae lineae physiologiae. Goetting.* 1747. *p.* 224. *Elementa physiologiae. T.* 4. *Lit.* 11. *Sect.* 2. §. 11. *Commentat. Societat. Goetting. T.* 2. *p.* 114. *Mémoire sur la nature sensible et irritable des parties du corps animal. Lausanne* 1756. 8. *Oper. min. T.* 1. *p.* 333. *Nov. Comment. Soc.-Goetting. T.* 3. *p.* 1. *T.* 4. *p.* 1.

Digitized by Google

§. 530.

Mit Haller's Lehre erhob sich ein Streit, der ein halbes Jahrhundert hindurch mit grosser Heftigkeit geführt, und dessen streitige Punkte im Grunde bis auf den heutigen Tag nicht entschieden wurden. Während Zimmermann [1], Oeder [2], Battie [3], Pozzi, Cigna, Fontana [4] u. a. bei ihren Versuchen an lebenden Thieren in der Hauptsache mit Haller übereinstimmende Ergebnisse erhielten, und seine Ansichten von der Reizbarkeit und Empfindlichkeit, als den Grundkräften des Lebens der Thiere vertheidigten, traten Whytt [5], Bianchi, Lorry, Arrigori, Cullen [6], De Haen, Unzer [7], J. A. Schaeffer [8] u. a. als heftige Gegner auf. Reizbarkeit schrieben sie nicht bloss den Muskeln, sondern auch dem Zellstoff, den Häuten, Gefässen und Nerven zu. Sie glaubten selbst eine Uebereinstimmung der Reizbarkeit mit der Nervenkraft annehmen, oder erstere nur als durch die letztere bedingt ansehen zu müssen. Die in thierischen Theilen Bewegungen zur Folge habenden Reize liessen sie allein durch die Nerven wirken, und diese sollten auch die Bewegungen, sowie alle Verrichtungen des Thier-Körpers hervorbringen. Diese Lehre, welche die Nervenkraft als die Grundkraft des Thier-Lebens aufstellte, ist also dem Systeme Stahl's verwandt. Sie unterschied sich von letzterem vorzüglich dadurch, dass ihre Anhänger die Reize auch unabhängig von der Seele und ohne Empfindungen zu erregen, Eindrücke in die Nerven machen, und Bewegungen in den Theilen ohne Mitwirkung der Seele hervorbringen liessen. Nicht durch die Erfahrung gehörig begründet, und nicht auf die Gewächse anwendbar, fand sie bei den Physiologen und Aerzten wenig Zugang, und wurde bald durch neue Lehren verdrängt.

1) *De irritabilitate. Goettingae* 1751. 4.

2) *De irritabilitate. Hafniae* 1752. 4.

3) *De principiis animalibus. Londini* 1757. 4.

4) *Atti dell' Academia delle scienze de Siena. Vol.* 3. *p.* 209 *Ricerche filosofiche sopra la fisica animale. Firenze* 1775. 4.

5) *Physiological Essays. Edinburg* 1755. 12.

6) *First lines of the practice of physic. Edinburg* 1784.

7) Erste Gründe einer Physiologie der eigentlich thierischen Natur. Leipzig 1771. 8.

8) Ueber Sensibilität als Lebensprinzip. Frankfurt 1793. 8.

Digitized by Google

§. 531.

Mehrere Naturforscher gewannen bei ihren Untersuchungen über die Eigenschaften der Pflanzen und Thiere, und bei Vergleichung derselben mit denen der leblosen Körper die Ueberzeugung, dass die Bewegungen und alle sonstige Kraft-Aeusserungen der organischen Körper in ihren Ursachen und der Art ihres Wirkens von denen der unorganischen verschieden seyen. Sie hielten jeden Versuch, sie aus den allgemein physischen Kräften erklären zu wollen, für unzulässig. Die von den genannten Physiologen aufgestellten Kräfte, die Seele, Glisson's Reizbarkeit, Haller's Irritabilität und Nervenkraft, genügten ihnen ebenfalls nicht. Sie glaubten daher zur Annahme einer, alle Lebens-Aeusserungen bewirkenden Grundkraft, die sich sowohl in den Pflanzen wie in den Thieren thätig zeige, ihre Zuflucht nehmen zu müssen, welche sie Lebenskraft, Lebensprincip, nannten. Diese eine, den organischen Körpern inhärirende Grundkraft bringe alle Erscheinungen des Lebens hervor, indem sie sich auf verschiedene Weise und in verschiedenen Richtungen wirksam äussere. Als bildende oder plastische Kraft bewirke sie in Pflanzen und Thieren die Selbsterhaltung der Einzelwesen durch die Vorgänge des Ernährens, und die der Arten durch das Zeugungs-Geschäft. Als Reizbarkeit ertheile diese Kraft den contractilen Theilen der Pflanzen und Thiere die Fähigkeit von Reizen afficirt zu werden, und durch Bewegungen, die in Zusammenziehung und Verkürzung bestehen, gegen die Reize zu reagiren. In den Thieren allein äussere sich ferner jene Grundkraft in den Nerven als Empfindlichkeit, oder als das Vermögen Eindrücke zu percipiren und fortzuleiten, und als das Vermögen selbst Reize hervorzubringen, welche in contractilen Theilen Bewegungen, in andern Theilen andere Wirkungen veranlassten. Neben diesen verschiedenen Aeusserungen der Lebenskraft nahmen ihre Vertheidiger in den Thieren noch ein geistiges Princip, die Seele, an, die in Wechselwirkung mit der Lebenskraft die psychischen Erscheinungen bedinge.

Die Lebenskraft, als das gemeinsame Eigenthum aller lebenden Körper, soll sich in jeder Pflanzen- und Thier-Art, auf eine besonders modificirte oder eigenthümliche

Digitized by Google

Weise äussern, und eben dadurch würden ihre eigenthümliche Organisation und Mischung, sowie ihre besonderen Lebens-Erscheinungen hervorgebracht. Eifrige Vertheidiger eines solchen Lebens-Princips waren Barthez [1], Fryer [2], Blumenbach [3], Hufeland [4], Sprengel [5], Brandis [6], Roose [7] u. a. Durch Aufstellung der Lebenskraft glaubten sie der Forderung der Vernunft, Einheit in die Mannigfaltigkeit der Lebens-Erscheinungen zu bringen, Genüge gethan zu haben. Genau betrachtet ist diese einfache Grundkraft nur eine dunkele Qualität, über deren Existenz und Wirkungsart, sowie über die Ursache, warum sie sich bald als bildendes, bald als bewegendes, bald als sensibles Princip äussere, jene Physiologen keine Rechenschaft gegeben haben.

Bei dem Versuche der weiteren Erforschung der Ursache der Lebenskraft geriethen jene Physiologen in sich widersprechende Muthmassungen. Einige hielten sie für eine einfache, keiner weiteren Untersuchung fähige, immaterielle Kraft, welche sich der Materie unter gewissen Verhältnissen zugeselle und sie zu Wirkungen eigenthümlicher Art bestimme. Andere betrachteten sie als das Ergebniss einer besonderen Combination der in die Zusammensetzung der lebenden Körper eingehenden Materien, und deren chemischen und mechanischen, oder allgemein physischen Kräfte, und liessen die Lebenskraft aus der Mischung und Form hervorgehen. Endlich meinten einige den Sauerstoff, andere die Elektricität als das Lebens-Princip annehmen zu müssen. Hieraus ergibt sich, dass uns die Annahme der Lebenskraft, als die nächste Ursache der in den lebenden Körpern vor sich gehenden Bewegungen, nicht genügen kann.

1) *De principio vitali. Monspel.* 1773. 4. *Nouveaux élemens de la science de l'homme. Montpellier* 1778. *Paris* 1806. 8.

2) *De vita animalium et vegetantium. Lugdani Batav.* 1785. 4.

3) *Institutiones physiologicae. Goettingae* 1787. 1821. 8.

4) Ideen über Pathogenie. Jena 1795. 8.

5) Handbuch der Pathologie. Leipzig 1795. 1814. 8.

6) Versuch über die Lebenskraft. Hannover 1795. 8.

7) Grundzüge der Lehre von der Lebenskraft. Braunschweig 1803. 8.

Digitized by Google

§. 532.

Gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts wurde die Lehre von der Lebenskraft, nach der Vorstellungs-Weise jener Physiologen, durch John Brown [1] erschüttert. Genauer als seine Vorgänger erkannte er die Abhängigkeit des Lebens von äusseren sie treffenden Einflüssen, der Wärme, der Luft, dem Wasser, den Nahrungsmitteln und dem Lichte. Er hielt daher das Leben für einen durch die Aussendinge bedingten und gleichsam erzwungenen Zustand. Den Grund, dass die äusseren Einflüsse, welche er Reize *(Incitamenta, Stimuli, potentiae irritantes)* nannte, die lebenden Körper in Thätigkeit versetzen, suchte er in ihrer Eigenschaft durch Reize afficirt zu werden und gegen dieselben zurück zu wirken. Dieser Eigenschaft legte er den Namen der Erregbarkeit *(Incitabilitas)* bei, und schrieb sie bloss den festen Theilen, den Muskeln, Nerven und allen Organen zu. Die Säfte hielt er für nicht erregbar und lebend, sondern er sah sie als innere Reize an, wozu er auch die Seelen-Aeusserungen zählte. Die Erregbarkeit, als Lebensprincip, betrachtete er als eine den organischen Körpern inhärirende, keiner weiteren Erforschung fähige Grundkraft eigener Art, auf deren Vorkommen man nur aus der Wirkung der Reize, der Erregung, schliessen könne. Jedes lebende Wesen erhalte bei seinem Entstehen ein gewisses Quantum dieser Kraft, die durch alle auf dasselbe einwirkende Reize, je nach ihrer grösseren oder minderen Stärke, früher oder später getilgt werde, und seinen Tod zur Folge habe, der jedoch auch bei Mangel an Reizen eintreten könne.

So klar und richtig Brown die äusseren Bedingungen des Lebens und dessen Abhängigkeit von äusseren Verhältnissen auffasste, so einseitig und unklar sind seine Ansichten von den inneren, in den organischen Körpern selbst liegenden Bedingungen, ihrer Organisation und ihren Kräften. Die lebenden Körper sind zu blossen Maschinen herabgewürdigt, die durch äussere Einflüsse in Thätigkeit versetzt werden, und denen innere Selbstbestimmung abgesprochen wird. Das Bestehen der lebenden Körper findet allerdings nur bei dem beständigen Conflict mit den Aussendingen statt, und sie werden durch diese zur Thätig-

Digitized by Google

keit bestimmt, aber sie verfahren hierbei selbstthätig, denn die Erregung, als Reaction gegen die Reize, ist von der Beschaffenheit ihrer Kräfte abhängig. Das Verhältniss der Organismen zu den Reizen ist also kein bloss passives, sondern ein actives. Brown übersah ganz das Wesen der Organismen, indem er nur die festen Theile für lebend, die Säfte für leblos hielt, und diese als blosse Reize betrachtete; da doch alle in die Zusammensetzung eines lebenden Körpers eingehenden Theile in Wechsel-Wirkung stehen, und das Leben nur dadurch erhalten wird. Die Säfte sind ausserdem auch die Materien, aus welchen sich die festen Theile bilden, und aus denen sich diese bei dem Vorgange des Ernährens in dem Zustande des Erregbarseyns erhalten. Bei der Aufstellung der Erregbarkeit, als Grundkraft des Lebens, beachtete er bloss deren quantitatives Verhältniss, aus dem allein die Verschiedenheit und Qualität der lebenden Körper in der Mischung, der Gestaltung und Organisation, und den Kraft-Aeusserungen nicht erklärt werden können. Wenn gleich die lebenden und erregbaren Körper sich nur bei äusseren Einflüssen thätig zeigen, so kann doch aus der Beschaffenheit der äusseren Reize, die für alle so ziemlich dieselben sind, und aus der Quantität der ihnen zugeschriebenen Erregbarkeit, niemals die Qualität ihres Bildens, ihrer Organisation, ihrer Mischung und ihrer Kraft-Aeusserungen gedeutet werden. Jede Pflanzen- und jede Thier-Art bringt selbst Reize hervor, bildet und entwickelt sich auf ihre Art, und äussert sich auf eine besondere Weise wirksam; wovon der Grund nicht in dem quantitativen Verhältnisse der Erregbarkeit und in der Summe der äusseren Reize, sondern allein in der Qualität ihrer Kräfte gesucht werden muss. Eben die verschiedene Beschaffenheit der inneren Thätigkeit, von der, unter dem Einflusse äusserer Agentien, oder Reize, das Leben der verschiedenen organischen Körper das Product ist, hat Brown auch nicht entfernt geahnet. Ein Fehler dieses Systems ist ferner die Annahme der durchgängigen Gleichförmigkeit der Erregbarkeit im ganzen Organismus und in allen seinen Theilen und Gebilden; da doch jeder Theil seine ihm eigenthümliche Verrichtung ausübt, durch besondere Einflüsse oder Reize in Thätigkeit versetzt wird,

Digitized by Google

und dadurch zur Erhaltung des Lebens beiträgt. Nach diesem System ist nicht einzusehen, wozu es verschiedene Gewebe, Organe und Apparate in einem lebenden Körper gibt.

Brown liess bei der Aufstellung der Erregbarkeit, als Grundkraft des Lebens, ganz unberücksichtigt, in welcher Beschaffenheit der organischen Körper diese Kraft begründet ist; wie und unter welchen Verhältnissen mit Erregbarkeit begabte Körper mit ihren festen und flüssigen Theilen entstehen; welchen Antheil die mancherlei Säfte und festen Theile, die Gewebe, Organe und Apparate an der Erhaltung der Erregbarkeit haben; und wozu sie überhaupt zu gewissen Lebens-Zuständen nothwendig sind. Auch leuchtet nicht ein, durch welchen Vorgang die lebenden Körper, bei den auf ihre Zerstörung hinwirkenden äusseren Reizen, sich eine Zeit lang erhalten und erregbar bleiben. Ganz unbeachtet hat Brown gelassen, was in den Organen bei der Einwirkung der Reize vorgeht, und warum durch die Reizung ihre Erregbarkeit vermindert und endlich getilgt wird. Die Reaction der lebenden Theile und ihre Erregbarkeit wird bei der Einwirkung von Reizen vermindert, durch Ruhe aber wird sie wieder erhöht. Worin dies begründet ist, davon hat er keine Rechenschaft gegeben. Kurz das innere Verhältniss des Bestehens und der Erhaltung der Erregbarkeit ist ganz unbeachtet geblieben.

Die Vertheidiger der Lehre Brown's, die Erregungstheoretiker, haben zwar einige Fehler derselben zu verbessern gesucht; indem sie die Erregbarkeit als aus zwei Factoren, der Empfänglichkeit für Reize (Receptivität) und dem Wirkungs-Vermögen (Spontaneität) bestehend, ansahen, und das Verhältniss dieser Factoren zu einander und den verschiedenen Zuständen des Organismus und den Reizen berücksichtigten. Sie haben ferner eine Modification der Erregbarkeit und ihrer Factoren in den Apparaten, Organen und Geweben angenommen, und die Verschiedenheit der Wirkung der Reize auf diese beachtet, ohne jedoch die oben gemachten Einwürfe beseitigt zu haben. Stehen wir ab von weiteren Einwürfen gegen ein System, das schon anfängt in Vergessenheit zu gerathen, und das nur zu lange in manchen Aerzten die sanguinische Hoffnung erregte, es werde die Grundfeste der Heilkunde werden.

Digitized by Google

1) *Elementa medicinae. Edinburgi* 1780. *The elements of medecine. London* 1788. Brown's System der Heilkunde, übersetzt von C. H. Pfaff. Kopenhagen 1804.

§. 533.

Die angeführten Lehren jener Physiologen und Aerzte, so abweichend sie auch in ihren Principien sind, stimmen doch in dem Punkte mit einander überein, dass sie die Bewegungen und Thätigkeits-Aeusserungen der organischen Körper für Wirkungen von Kräften eigener Art halten, die unter dem Einflusse äusserer Agentien oder Reize sich wirksam zeigen. Die in der eigenthümlichen Beschaffenheit der organischen Körper begründeten Kräfte sind als die innern Bedingungen des Lebens anzusehen, während die sie zur Thätigkeit auffordernden Reize seine äusseren Bedingungen darstellen. Geben wir zuvörderst Thatsachen an, welche die Abhängigkeit des Lebens von äusseren Agentien beweisen. Betrachten wir dann die unter deren Einflusse in den lebenden Körpern vorkommenden Kraft-Aeusserungen, und führen wir sie nach ihrer Aehnlichkeit, so weit es thunlich ist, auf allgemeine zurück. Bei dieser Untersuchung wird es sich ergeben, ob die von obigen Physiologen und Aerzten zur Erklärung der Erscheinungen des Lebens aufgestellten Kräfte hierzu hinreichend sind, und in wie fern ihre Vorstellungen von denselben zu allgemein und umfassend, oder zu einseitig und beschränkt sind.

§. 534.

Die organischen Körper zeigen sich nur unter gewissen Verhältnissen zu den Aussendingen und der gesammten Natur thätig, oder sie bedürfen zur Aeusserung und Erhaltung ihrer Wirksamkeit äusserer Einflüsse und Agentien. Alle Bewegungen der lebenden Körper, sowohl die mit dem Bilden und Ernähren verbundenen, als alle sonstige in den beiden vorhergehenden Kapiteln aufgeführte Bewegungen der festen und flüssigen Theile, finden unter äusseren Einflüssen und Bedingungen statt. Zu diesen gehören ein gewisser Wärmegrad, atmosphärische Luft, Wasser, Nahrungsmittel und für die meisten auch das Licht. Kommen sie ausser Verbindung mit denselben, oder werden sie deren Einwirkung entzogen, so erlöscht ihre organische Wirksam-

Digitized by Google

keit mehr oder weniger schnell. Im luftleeren Raum, sowie in allen Gasarten, die das Athmen nicht zu unterhalten im Stande sind, hört das Leben der Thiere und Pflanzen bald auf. Gebricht es ihnen an Wasser und Nahrungsmitteln, so schwindet ihre organische Thätigkeit gleichfalls. Das Leben besteht nur bei einem gewissen Grade von Wärme. Ist die äussere Temperatur sehr hoch oder niedrig, so wird das Leben getilgt. Gewächse und die meisten Thiere, längere Zeit dem Lichte entzogen, sterben. Alle Lebens-Aeusserungen der Pflanzen und Thiere, die ihre Selbst-Erhaltung bewirkenden Vorgänge, das Aufnehmen von Nahrungsmitteln, das Athmen, die Assimilation, die Saftbewegung, die Ernährung, das Wachsthum, die Absonderung, erfolgen unter äusseren Einflüssen, die zur Ausübung dieser Verrichtungen nothwendig sind. Auch die den Thieren eigenthümlichen Kraft-Aeusserungen, das Empfinden und willkührliche Bewegen, setzen jene äussere Bedingungen voraus.

Hinsichtlich der Abhängigkeit des Lebens von äusseren Agentien zeigen die organischen Körper viele Verschiedenheiten. Jede Pflanzen- und Thier-Art besteht nur bei gewissen äusseren Verhältnissen und innerhalb gewissen Gränzen derselben. Von den äusseren, zur Erhaltung des Lebens nothwendigen Einflüssen und deren Wichtigkeit für die Ausübung der verschiedenen Verrichtungen werden wir ausführlich in dem folgenden Buche handeln.

Reizbarkeit.

§. 535.

Die auf die lebenden Körper einwirkenden äusseren Einflüsse kann man Reize *(Stimuli, incitamenta, potentiae irritantes)* nennen, weil sie dieselben zur Thätigkeit auffordern und zur eigenthümlichen Wirksamkeit bestimmen. Die Eigenschaft der organischen Körper durch Reize afficirt zu werden, für diese empfänglich zu seyn, und bei deren Einwirkung sich thätig zu zeigen, wollen wir durch den Namen Reizbarkeit oder Erregbarkeit bezeichnen. Alle Pflanzen und Thiere sind mit dieser Eigenschaft begabt, und wir müssen auf ihr Vorhandenseyn aus den Kraft-Aeusserungen schliessen, die wir bei dem Einflusse von

Digitized by Google

Reizen eintreten sehen. Die Cryptogamen, die Conferven, Tremellen, Schwämme, Moose u. a., sowie die phanerogamen Gewächse, die Monocotyledonen und Dicotyledonen, werden durch äussere Einflüsse zum Bilden, Ernähren und Wachsen bestimmt, und deren Einwirkung setzt die Fähigkeit voraus durch Reize afficirt zu werden. Reizbar sind alle Thiere, vom Aufgussthier bis zum Menschen, denn unter dem Einflusse äusserer Einwirkungen findet nicht nur ihre Erhaltung durch das Ernähren statt, sondern sie lassen sich auch durch Reize verschiedener Art in Bewegungen versetzen. Reizbarkeit kommt schon dem befruchteten Keime, dem Samenkorne und dem Eye zu. Die bildungsfähigen Keime beginnen erst bei äusseren Einflüssen, bei einem bestimmten Wärmegrad, bei einer besonderen Beschaffenheit der äusseren Medien, der Luft oder des Wassers, ihre Bildung und Entwickelung, die mit Bewegungen verbunden sind. Selbst die im Körper der Mutter sich entwickelnden Keime bedürfen gewisser äusseren, in diesen hervorgebrachten Einwirkungen, die zum Bilden nothwendig sind.

Reizbar in obiger Bedeutung sind alle feste Theile und sie können durch ausser ihnen liegende Einwirkungen verschiedener Art in Thätigkeit versetzt werden, die *sich* nach der verschiedenen Beschaffenheit, welche ihnen durch die Vorgänge des Bildens bei der Entwickelung ertheilt wurde, auf verschiedene Weise, durch verändertes Ernähren, oder durch sichtbare Bewegungen, oder durch Empfindungen äussert. Auch die in den Bildungssäften vorkommenden organischen Formbestandtheile, die Kügelchen, müssen als reizbar angesehen werden. Wenigstens sind die Bewegungen der in dem männlichen Samen vorhandenen Gebilde, der Samenthierchen, nach den Reizen, die sie treffen, verschieden. Die Bewegungen der in Aufgüssen entstehenden Thierchen unterscheiden sich von denen der Molekülen unorganischer Körper, auf die Robert Brown zuerst aufmerksam gemacht hat, dadurch, dass jene durch mancherlei Reize verändert werden können, die nach meinen Versuchen auf diese keinen Einfluss haben.

Reizbarkeit, in der weitesten Bedeutung des Worts, ist also eine allen organischen Körpern zukommende Eigen-

Digitized by Google

schaft, die wir nicht auf eine Gruppe von lebenden Körpern, oder auf gewisse Gebilde der organischen Körper, oder mit HALLER nur auf die Muskelfaser beschränken dürfen. Die Eigenschaft durch äussere Einflüsse zu Kraft-Aeusserungen bestimmt zu werden, kommt nicht nur allen ernährten und mit Bildungskraft begabten organischen festen Theilen zu, und den in den Bildungssäften wohnenden Kügelchen, sondern sie scheint selbst schon der formlosen und bildungsfähigen organischen Materie zu inhäriren. Hierfür spricht, dass wir bei der *Generatio aequivoca* die organischen Materien, den Eyweissstoff, den Faserstoff, den Thierschleim, die Gallerte, das Amylun, den Kleber, das Gummi u. a. bei äusseren Einflüssen eine organische Form annehmen sehen, und dass sich organische Wesen der einfachsten Art, Infusorien, Conferven und Schimmel, aus ihnen bilden, die nach Verschiedenheit der äusseren Einflüsse verschieden ausfallen.

§. 536.

Die Eigenschaft der lebenden Körper, sich für Reize empfänglich zu zeigen, bietet nach den Verhältnissen zu schliessen, in denen sie sich befinden, eine grosse Verschiedenheit dar. Jede Gewächs- und Thier-Art lebt innerhalb bestimmter Gränzen von äusseren Einflüssen. Sie hält sich in einem bestimmten Medium auf, ist auf gewisse Erdstriche und Klimaten beschränkt, dauert innerhalb der Schranken bestimmter Temperatur-Verhältnisse aus, ist einem gewissen Luftdruck ausgesetzt, und ist von bestimmten Nahrungsmitteln abhängig. Wird eine Pflanze oder ein Thier aus den Verhältnissen gebracht, in die sie durch die Natur versetzt sind, so tritt mit Veränderung der äusseren Einflüsse oder Bedingungen seines Lebens, entweder Tilgung seiner Wirksamkeit ein, oder diese wird in ihrem Wirken verändert, erhöht oder herabgestimmt, oder sonstig modificirt. Ein gewisser Grad von äusserer Wärme, der für eine Pflanze oder ein Thier gerade hinreichend ist, ihre Thätigkeit zu erhalten, ist für eine andere Pflanze oder ein anderes Thier zu niedrig oder zu hoch, und hat Erlöschen des Lebens zur Folge. Dies lässt sich nur aus der Annahme eines verschiedenen Grades und einer ver-

Digitized by Google

schiedenen Beschaffenheit der den Pflanzen und Thieren zukommenden Reizbarkeit deuten. Die Reizbarkeit ist ferner dem Grade nach verschieden in den Altersperioden, und wir sehen die bei Reizen eintretenden Wirkungen nach der Dauer des Daseyns der lebenden Körper verschieden auffallen. Ferner kommt den in die Zusammensetzung eines organischen Körpers eingehenden Theilen ein verschiedener Grad und eine verschiedene Beschaffenheit der Reizbarkeit zu. Jedes Organ und jedes Gebilde einer Pflanze und eines Thieres wird durch gewisse Reize zur Thätigkeit bestimmt. So bietet also die Reizbarkeit in den verschiedenen Arten von organischen Körpern und ihren mannigfaltigen Gebilden eine grosse Verschiedenheit dar, und sie zeigt sich ebenso verschieden als wir die Aeusserungen und Wirkungen der Bildungskraft an ihnen verschieden bemerkten.

§. 537.

Wenn wir die äusseren, die lebenden Körper treffenden, und sie zur Thätigkeit anregenden Einflüsse nach ihrer Beschaffenheit eintheilen, so zerfallen sie in unorganische und organische. Zu ersteren gehört die Wärme, die Luft, das Wasser und das Licht, sowie viele andere Aussendinge. Zu letzteren dagegen sind die aus dem organischen Reiche entnommenen Nahrungsmittel zu zählen.

Die unorganischen Einflüsse oder Agentien wirken unter den gewöhnlichen Umständen, in denen sich die lebenden Körper befinden, entweder anhaltend ein, wie die äussere Temperatur, und die Luft, welche nicht nur auf die in der Atmosphäre sich aufhaltenden Thiere und Pflanzen, sondern auch mit dem Wasser vermischt auf die in diesem Elemente lebenden Thiere und Gewächse influirt, und ferner das Wasser selbst oder der Feuchtigkeits-Zustand der Luft und der Erde; oder ihre Einwirkung erfolgt mit Unterbrechung, wie die des Lichts. Viele Aussendinge machen nur zufällig oder unter gewissen Umständen einen Eindruck.

§. 538.

Die äusseren Agentien des unorganischen Reichs können ihrer Beschaffenheit nach nur auf mechanische oder chemische Weise auf die lebenden Körper einen Eindruck

Digitized by Google

machen. Sie wirken mechanisch, wenn sie vermöge allgemeiner den Körpern zukommenden Eigenschaften, durch ihre Schwere, Dichtigkeit, Härte und Form, einen Druck oder Stoss auf die Organismen ausüben, und ihr Bestreben dahin gerichtet ist, Veränderungen in dem Zusammenhange und den Cohäsions-Verhältnissen hervorzubringen. Sie wirken chemisch, wenn ihre Thätigkeit dahin geht, die Mischung der lebenden Körper und ihrer eigenthümlichen Affinitäts-Verhältnisse zu ändern, und sie den Gesetzen des Chemismus zu unterwerfen, wie dies mit der Wärme, dem Lichte, der Elektricität, der atmosphärischen Luft, den Gasarten, Säuren, ätzenden Alkalien, den verschiedenen Salzen, Metallkalken und anderen Materien der Fall ist. Bei allen äussert sich das Bestreben die organische Mischung zu alieniren, indem sie, wie das Feuer, die Luft, die ätzenden Alkalien und Mineralsäuren, die ternären, quaternären oder mehrfachen organischen Verbindungen in einfache aufzulösen und zu zersetzen, oder in binäre unorganische Verbindungen zu bringen suchen. Oder ihre Wirkung ist dahin gerichtet, durch ihren Zutritt, oder durch Entziehung von Bestandtheilen die Mischung der lebenden Körper zu verändern.

§. 539.

Obgleich die äusseren Agentien unorganischer Art, als äussere Bedingungen des Lebens anzusehen sind, in so fern von deren Einwirkung die Erhaltung der Wirksamkeit der lebenden Körper abhängig ist, wie von der Wärme, der Luft, dem Wasser und dem Lichte, und auch andere Einflüsse unter gewissen Verhältnissen sie zur Thätigkeit bestimmen können; so sind die Wirkungen, die sie in den lebenden Körpern veranlassen, doch keine bloss mechanische oder chemische, wie man nach ihrer Beschaffenheit vermuthen sollte, sie sind vielmehr organische oder vitale Wirkungen. Jene Aussendinge fordern die lebenden Körper nur zur Thätigkeit auf, und diese widersetzen sich der mechanischen und chemischen Wirkungsart jener. Die durch ein äusseres Object in einem unorganischen Körper veranlasste Wirkung, die erregte Reizung, ist ein Lebensact, der in der Rückwirkung des lebenden Körpers gegen den mecha-

Digitized by Google

nischen oder chemischen Eindruck besteht, und diesen beseitigt oder aufhebt. Dass also ein Aussending ein Reiz zu nennen ist und eine Reizung hervorbringt, dies setzt in dem organischen Körper, den es trifft, organische Thätigkeit voraus. Alle Aussendinge, welche mit solcher Stärke auf die organischen Körper wirken, dass sie deren Wirksamkeit vernichten, hören auf Reize zu seyn. Eine äussere mechanische Gewalt, welche die Organisation zerstört und damit die in dieser begründete Wirksamkeit tilgt, kann nicht mehr ein Reiz genannt werden. Concentrirte Mineralsäuren, ätzende Alkalien, das Feuer und das elektrische Fluidum, namentlich der Blitz, wenn sie durch ihre Wirkung auf lebende Körper, deren eigenthümliche Mischung aufheben, und damit die auch durch diese bedingte Wirksamkeit vernichten, sind keine Reize mehr. Ist die lebende Wirksamkeit in einem organischen Körper erloschen, so ist die Wirkung, welche die Aussendinge in ihm hervorbringen, bloss mechanisch oder chemisch, und sie hören auf Reize zu seyn. Zwischen den unorganischen und organischen Körpern waltet hinsichtlich der durch Aussendinge hervorgebrachten Veränderungen der Unterschied ob, dass die bei äusseren Agentien in den leblosen Körpern eintretenden Veränderungen stets mechanische oder chemische *sind*, während sie in den lebenden Körpern Veränderungen eigener Art, organische, bewirken, die das Daseyn organischer Kräfte voraussetzen, deren Wirkungen sie sind. Das Reiz-Verhältniss der Aussendinge zu den lebenden Körpern ist also ein organisches oder vitales. Die physischen Eigenschaften der Aussendinge sind gleichsam mit den vitalen Eigenschaften der organischen Körper im Kampfe begriffen, und diese wirken gegen jene zurück. Nur so lange als sie durch ihre Reaction die physischen Einwirkungen beseitigen, sind sie lebend.

Die Lebens-Aeusserungen und organische Bewegungen, in Folge äusserer Einflüsse eintretend, unterscheiden sich also von den mitgetheilten Bewegungen lebloser Körper wesentlich dadurch, dass sie zu den veranlassenden Ursachen, den Reizen, kein bloss mechanisches oder chemisches Verhältniss haben. Wenn wir organische Bewegungen als durch Reize veranlasst aufführen, so nehmen wir nicht an, dass

Digitized by Google

sie die nächsten Wirkungen des mechanischen oder chemischen Eindrucks sind, sondern dass sie immer Wirkungen der Kräfte der Organismen sind, die durch den äusseren Eindruck bloss zur Thätigkeit aufgefordert werden. Die in lebenden Körpern durch Aussendinge veranlassten Bewegungen sind also keine mitgetheilte, sie sind vielmehr eigenmächtige, selbstthätige, wozu jene nur die Veranlassung geben. Dass die in organischen Körpern durch Aussendinge hervorgebrachten Reizungen Producte der organischen Wirksamkeit oder der Kräfte der Organismen sind, erhellet endlich daraus, dass sie in todten Körpern nicht eintreten.

§. 540.

Da die in lebenden Körpern durch äussere Agentien veranlassten Wirkungen, die Reizungen, Lebens-Acte oder Producte ihrer organischen Kräfte sind, so dürfen sie nicht nach dem absoluten und quantitativen Massstabe, der Gewalt der einwirkenden Aussendinge, sondern stets nach dem relativen und quantitativen Zustande der Kräfte der Organismen beurtheilt werden, in denen durch Aussendinge Thätigkeiten erregt werden. Mit andern Worten lässt sich dies Verhältniss auch so ausdrücken: die Art und der Grund der durch einen Reiz in lebenden Körpern hervorgebrachten Reizung hängt nicht von der Intensität des einwirkenden Aussendings, sondern zunächst von der Beschaffenheit und Intensität der Kräfte der lebenden Körper selbst ab, die durch jenen zur Thätigkeit aufgefordert werden. Die Reizbarkeit und die organischen Kräfte bieten hinsichtlich ihrer Beschaffenheit und Intensität in den verschiedenen lebenden Körpern viele Verschiedenheiten dar, und daher fallen auch die durch Reize veranlassten Wirkungen in Betreff der Leichtigkeit, mit der sie erfolgen, und der Intensität, die sich in der Reaction zeigen, so sehr verschieden aus. So bringt zum Beispiel ein Druck auf einen Baum keine bemerkbare Wirkung hervor, während er in einem Thier lebhafte Bewegungen veranlassen kann, und ein Polyp und eine Meduse schon durch die leiseste Berührung in Bewegung versetzt wird. Die Wirkung der Reize in den Organismen ist also nach der Beschaffenheit und Intensität ihrer

Digitized by Google

Kräfte sehr verschieden. Die in verschiedenen Gebilden und Organen eines Organismus durch äussere Einflüsse hervorgebrachten Wirkungen fallen aber auch nach Verschiedenheit der ihnen beim Bilden ertheilten vitalen Eigenschaften verschieden aus. Ein und derselbe Reiz, einen lebenden Nerven treffend, erregt Empfindung, in einem Muskel verursacht er Zusammenziehung, in einer Drüse eine Veränderung in der Absonderung. In jedem Organe kann er ferner eine Veränderung in den Vorgängen des Ernährens bewirken. Dass also ein äusserer Einfluss in dem einen Organe diese, in einem andern Organe eine andere Wirkung hervorbringt, und dass diese selbst wieder mit verschiedener Intensität nach den Lebens-Zuständen der gereizten Organe erfolgt, davon liegt die Ursache in der verschiedenen Beschaffenheit ihrer Kräfte. Es ergibt sich hieraus, dass die durch Reize in den lebenden Körpern und ihren verschiedenen Gebilden hervorgebrachten Wirkungen nach deren besondern Beschaffenheit, den ihnen inhärirenden Kräften und ihrer verschiedenen Lebens-Zuständen, und nicht nach der Beschaffenheit und der Stärke der Reize allein beurtheilt werden müssen, deren Wirkung stets eine relative oder von dem Zustande der organischen Kräfte abhängige ist.

§. 541.

Was die Wirkungsart der Aussendinge anlangt, welche die lebenden Körper zum Behufe ihrer Erhaltung durch eigene Thätigkeit aus dem organischen Reiche selbst entnehmen, die Nahrungsmittel, so ist diese ebenfalls keine rein mechanische oder chemische. Sie wirken alle auf die organischen Körper und bestimmen sie zur Thätigkeit, nicht durch ihre mechanische Eigenschaft und chemische Beschaffenheit, sondern vorzüglich durch die ihnen zukommenden organischen Eigenschaften, die ihnen als organischen Materien inhäriren, und die nach den Arten von lebenden Körpern, in deren Zusammensetzung sie eingingen, ungemein verschieden sind. Daher sind auch die Wirkungen, welche sie in lebenden Körpern hervorbringen, die sich ihrer durch Einsaugung oder Bewegungen bemächtigt haben, verschieden. Zunächst bestimmen sie als Reize die

Digitized by Google

Wandungen der mit Reizbarkeit begabten Räume, in die sie eingeführt sind, zu Bewegungen und zur Absonderung von Säften, wodurch sie Eigenschaften erlangen, die sie als bildungsfähige Materien geschickt machen, in die Bildungssäfte der Organismen überzugehen und Bestandtheile derselben auszumachen. Als solche wirken sie nach ihrer verschiedenen Beschaffenheit auf die reizbaren festen Theile und erhalten diese in Thätigkeit bei den Vorgängen der Ernährung und des Absonderns.

Vermag der lebende Körper die von Aussen aufgenommenen Nahrungsmittel durch das Assimilations-Geschäft nicht in seine Säfte zu verwandeln, und die ihnen von den Körpern, in deren Zusammensetzung sie eingingen, inhärirenden Eigenschaften der Organisation und Mischung aufzuheben, und sie in die eigenthümliche Mischung seiner Bildungssäfte zu bringen, so verursachen sie mancherlei Rückwirkungen. In den Nahrungswegen treten vermehrte Bewegungen und gesteigerte Absonderungen ein, um sie als etwas fremdartiges, nicht assimilirbares, auszustossen. Haben sie sich in Folge der Einsaugung in die Säftemasse eingeschlichen, so bestreben sich die Excretions-Organe sie auszuscheiden. In den festen Theilen, auf die sie mit dem Bildungssafte vermischt einwirken, bringen sie mancherlei Störungen in den Verrichtungen hervor.

Viele der von Aussen in die lebenden Körper aufgenommenen organischen Materien, sind in ihren Mischungs-Verhältnissen so unveränderlich, dass die lebende Wirksamkeit der organischen Körper in dem Bestreben, sie zu neutralisiren oder auszuscheiden, unterliegt, und das Erlöschen des Lebens eintritt. Manche Materien, wie die Gifte des vegetabilischen und animalischen Reichs, tilgen selbst die Kräfte der Organismen. Dass übrigens eine vegetabilische oder animalische Substanz für ein organisches Wesen ein Gift ist, dies hängt nicht allein von der Eigenschaft der Substanz ab, sondern ist in der Beschaffenheit der Kräfte des lebenden Körpers begründet, der sie in sich aufgenommen hat. Daher ist eine und dieselbe Substanz für ein Gewächs oder Thier ein Gift, für ein anderes nicht. Die Wirkung der Gifte ist aber auch nach den Le-

Digitized by Google

bens-Zuständen eines und desselben organischen Körpers verschieden.

§. 542.

Aus diesen Untersuchungen ergibt sich, dass alle äussere, die lebenden Körper zur Thätigkeit auffordernde Einflüsse oder Reize, sowohl die des unorganischen als organischen Reichs, von deren Einwirkung ihre Erhaltung und ihr Bestehen abhängen, nicht das Leben erst hervorbringen. Ihre Wirkung setzt schon das Daseyn organischer Wirksamkeit voraus, die durch sie nur erregt und zur Thätigkeit aufgefordert wird. Dass ein Aussending als Reiz auf einen organischen Körper wirkt und ihn zu Kraft-Aeusserungen bestimmt, ist abhängig von der vitalen Eigenschaft dieses, durch Aussendinge afficirt werden zu können, und sich bei dessen Einfluss durch eigene Kraft thätig zu zeigen. Die durch ein äusseres Object in einem lebenden Körper veranlasste Reizung ist daher kein passiver sondern ein activer Zustand, ist ein Lebensact, der das Daseyn von organischen Kräften voraussetzt. So verschieden diese Kräfte in den organischen Körpern sind, so verschiedenartig sind die Wirkungen der Reize. Dies erhellet auch daraus, dass die Lebens-Erscheinungen in jedem organischen Wesen bei der Verschiedenartigkeit der Reize auf eine eigenthümliche und gleichartige Weise erfolgen. Oder auch umgekehrt, dass verschiedene lebende Körper bei Gleichartigkeit der Aussendinge auf eine verschiedene Weise sich thätig zeigen.

Die Reizbarkeit, oder die Fähigkeit durch Reize afficirt und in den Zustand der Reizung versetzt zu werden, wird den Keimen der organischen Körper, gleich der Bildungskraft, durch die Thätigkeit der zeugenden Organismen, mit der Hervorbringung der eigenthümlichen Beschaffenheit ihrer organischen Materien und deren quantitativen Mischung, ertheilt. Sie äussert sich in einem jeden Keime auf eine spezifike Weise, adäquat der Art der zeugenden Körper, und unter dem Einflusse bestimmter Reize. Durch die Bildungskraft der mit Reizbarkeit begabten Keime werden nach und nach alle Gebilde und Organe mit ihren verschiedenen organischen oder vitalen Eigenschaften, nach dem eigenthümlichen Bildungs- und Entwickelungs-Gang der

Digitized by Google

Arten, und unter der Mitwirkung von Reizen, welche die Bildungskraft zur Thätigkeit aufregen, hervorgebracht. Nach der verschiedenen Beschaffenheit der durchs Bilden hervorgebrachten Organe sehen wir dann noch andere Kraft-Aeusserungen eintreten.

§. 543.

Was die Abhängigkeit der organischen Körper von äusseren Agentien anlangt, so ist diese zunächst darin begründet, dass sie zu den Vorgängen des Bildens und Ernährens, durch die ihr Daseyn und ihre Erhaltung bewirkt wird, die Anregung geben und zugleich den Stoff liefern. Die Wärme facht die dem Keime der Pflanzen und Thiere inhärirende bildende Kraft zur Thätigkeit an, bestimmt sie zum Bilden, und versetzt die organische Materie des Samenkorns und Eys, mit der sie sich verbindet, in den zur Entwickelung nothwendigen Zustand. Ohne einen gewissen Grad von Wärme entwickelt sich kein Keim. Ihr Einfluss ist für die Fortsetzung des Ernährungs-Geschäfts aller Pflanzen und Thiere nöthig, weil die Verähnlichung der Nahrungsmittel, das Athmen, die Vorgänge des Ernährens in den festen Theilen, und die Absonderung der Säfte mit organischen Mischungs-Veränderungen verbunden sind, die nur bei gewissen Temperatur-Verhältnissen statt haben. Auch alle sonstige Kraft-Aeusserungen der lebenden Körper, das Bewegen, Empfinden, Zeugen, erfolgen nur bei bestimmten Temperatur-Verhältnissen, wie später in dem Kapitel von der Wärme als äussere Bedingung des Lebens dargethan wird. Der Licht-Reiz ist für die Gewächse und selbst für die meisten Thiere ebenfalls ein zur Erhaltung der Bildungs- und Ernährungs-Vorgänge, und zur Erregung sonstiger Lebens-Acte wichtiges Agens.

Die übrigen Aussendinge, von denen das Bestehen der organischen Körper abhängig ist, wie die atmosphärische Luft, das Wasser und die Nahrungsmittel, wirken erregend auf die Gebilde, mit denen sie in Berührung kommen, und sie sind die Materien, aus denen die lebenden Körper den Bildungs- und Nahrungs-Saft beim Acte des Assimilirens und Athmens durch eigene Thätigkeit bereiten. Dieser ist zur Erhaltung der Wirksamkeit der Organismen wesentlich noth-

Digitized by Google

wendig, weil er als Reiz die festen Theile zur Thätigkeit bestimmt und den Stoff abgibt, aus dem sie sich durch den Act des Ernährens in ihrer Organisation und ihren vitalen Eigenschaften erhalten. Hieraus leuchtet die Nothwendigkeit jener äusseren Agentien für die Fortdauer der organischen Körper und das Bestehen ihrer Wirksamkeit ein. Ohne sie findet keine Aeusserung des Lebens und keine Wirkung einer organischen Kraft statt. Kommen organische Körper in Verhältnisse, in denen sie der Einwirkung jener Agentien oder Reize entzogen sind, so erlöscht ohnfehlbar ihr Leben.

§. 544.

Ausser den zur Erhaltung der organischen Körper nöthigen äusseren Agentien, der Wärme, dem Lichte, der Luft, dem Wasser und den Nahrungsmitteln gibt es noch innere, in den lebenden Körpern befindliche Reize, welche sie selbst hervorbringen, und durch die sie sich in Thätigkeit erhalten. Zu diesen gehören die in allen Gewächsen und Thieren vorkommenden Säfte-Reize, welche Producte ihrer eigenen Wirksamkeit sind. In dem befruchteten Stoff des Keims jeder Pflanze und jedes Thiers bildet sich eine Flüssigkeit, welche Kügelchen enthält, die unter dem Einflusse der Wärme in Bewegungen gerathen. Aus den Bestandtheilen dieser Flüssigkeit, die ein organisches Gefüge annehmen, entstehen feste Theile. In dem sich entwickelnden Pflanzen- und Thier-Embryo bilden sich Werkzeuge, welche mittelst der ihnen durch das Bilden ertheilten vitalen Eigenschaften, die von dem älterlichen Körper dem Keime im Samenkorne und Eye mitgegebene Nahrungsmaterie, durch Einsaugung aufnehmen, und sie durch die Vorgänge des Assimilirens und Athmens in ihren Nahrungssaft und ihr Blut umwandeln. Räume zeigen sich, in denen der Bildungssaft strömt, und dieser gibt den Reiz ab, welcher die contractilen Wandungen der Räume zu Bewegungen bestimmt. So entstehen nach und nach in den schnell oder langsam, in abgemessenen Zeiträumen, und in bestimmter Ordnung sich entwickelnden Embryonen aus dem Bildungssafte, den sie sich selbst bereiten, Organe, welche vermöge ihrer Eigenschaften im Stande sind, unter dem Einflusse des sie zur Thätigkeit aufreizenden Bildungssafts,

Digitized by Google

Verrichtungen auszuüben, die für die Erhaltung des sich bildenden organischen Wesens wesentlich nothwendig sind.

§. 545.

Alle Gewächse und Thiere fahren während ihres Daseyns fort, Nahrungsmaterien, Luft, Wasser und organische Substanzen aufzunehmen, und sich aus ihnen Säfte-Reize und neuen Stoff zum Bilden und Ernähren zu bereiten, welche in jeder Pflanzen- und Thier-Art beim Assimiliren besondere Eigenschaften erlangen, die zur Erhaltung ihrer Wirksamkeit nothwendig sind. Die Säfte-Reize bedingen die Vorgänge des Ernährens. Den festen Theilen ertheilen sie den Impuls zu automatischen Bewegungen, wodurch sie in den Räumen fortgetrieben werden, welche sie ausfüllen. Die in die Organe getriebenen Säfte erregen diese zum Act des Ernährens. Indem der Nahrungssaft die Selbsterhaltung der organischen Körper und aller ihrer Theile durch die Ernährung bewirkt, bedingt er deren vitale Eigenschaften, und befähigt sie zu allen anderweitigen Kraft-Aeusserungen. In den Thieren werden das Nervensystem, die Sinnesorgane und die Bewegungs-Werkzeuge durch den Act des Ernährens und unter dem Einflusse der Säfte-Reize zu ihren eigenthümlichen Wirkungen befähigt. Durch den Nahrungssaft werden ferner die ernährten Sekretions-Organe zum Absondern bestimmt, und die aus ihm bereiteten Säfte wirken zugleich als Reize auf die contractilen Wandungen der Ausführungs-Gänge und Kanäle, in die sie ergossen werden, und versetzen diese in Bewegungen. So ist also die Erhaltung aller lebenden Körper für eine gewisse Zeit von dem Vorkommen der Säfte abhängig, welche sie unter dem Einflusse äusserer Agentien aus diesen selbst bereiten, und durch die sie sich in einen Zustand von innerer Reizung versetzen. Werden organische Körper in Umstände versetzt, in denen sie keinen Nahrungssaft bereiten können, oder wird ihnen der Nahrungssaft bei Verletzungen entzogen, oder werden seine Eigenschaften aufgehoben, so wird ihr Leben getilgt.

§. 546.

Eine andere wichtige Quelle von inneren Reizen ist in den Thier-Organismen der Nerven-Apparat. Dieser bringt

Digitized by Google

so lange er sich im Zustande des Ernährtseyns befindet, Reize hervor, die für die Erhaltung der Thiere wesentlich nothwendig sind. Dahin gehören die in Muskeln Zusammenziehung erregenden Reize, mittelst der sich die Thiere eigenmächtig nach Vorstellungen in Bewegung versetzen. Ferner sind hierher die aus dem Zustande des thierischen Körpers und seines Nervensystems entspringenden Triebe zu zählen, welche sie zu mancherlei, mit Bewegungen verbundenen Handlungen antreiben, die ihre Erhaltung bezwecken. Ausserdem üben die Nerven auf alle Organe, in deren Zusammensetzung sie eingehen, einen automatischen und bewusstlosen Einfluss aus, der für die Vorgänge des Ernährens und Absonderns, sowie für die Erregung von unwillkührlichen Bewegungen wesentlich nothwendig ist. Diese Quelle von inneren, durch den ernährten Nerven-Apparat hervorgebrachten Reizen, die auf automatische oder willkührliche Weise, Muskeln in Thätigkeit versetzen und sonstige Wirkungen in Organen durch Reizung veranlassen, geht den Pflanzen gänzlich ab.

§. 547.

Jeder lebende Körper zeigt sich nur innerhalb der Sphäre bestimmter äusserer Agentien und bei dem Einflusse von inneren, selbst hervorgebrachten Reizen thätig. Jedes Gebilde, jedes Organ bedarf zur Erregung seiner Wirksamkeit eigenthümlicher Reize, die mit seiner besonderen Beschaffenheit und Reizbarkeit in einem genauen Verhältnisse stehen. Der Nahrungskanal wird durch die aufgenommenen Nahrungsmittel und die in ihn ergossenen Verdauungssäfte in Thätigkeit versetzt. Für das Herz ist das Blut der specifike Reiz. Jede Drüse wird durch eigenthümliche Reize zur Absonderung bestimmt. Jedes Sinnes-Organ ist nur bei gewissen äusseren Einflüssen thätig. Das Auge wird durch die Einwirkung des Lichts, das Ohr durch den Schall, das Geruchs-Organ durch Riechmaterien, die Zunge durch Schmeckstoffe erregt. Das Hirn wird durch äussere oder innere Eindrücke mittelst der gereizten Nerven zur Wirksamkeit bestimmt. Die an das Gerippe, die Sinnes-Werkzeuge und die Organe des Athmens gelagerten Muskeln werden durch Reize des Nerven-Apparats in Thä-

Digitized by Google

tigkeit versetzt. Die mannigfaltigen Theile eines organischen Körpers erregen sich stets gegenseitig, sie wirken auf einander, so dass die Thätigkeit des einen wieder als Reiz wirkt, welcher einen anderen Theil zur Wirksamkeit bestimmt. Eben in dieser Wechselwirkung der Organe, und in der Hervorbringung der inneren Reize zur Erhaltung ihrer Thätigkeit ist die Nothwendigkeit ihrer Individualität für ihr Fortbestehen begründet, und dadurch unterscheiden sich die Organismen von blossen unorganischen Aggregaten, in denen keine solche wechselseitige Abhängigkeit der aggregirten Theile bemerkbar ist.

§. 548.

Abgesehen von den zur Erhaltung der Wirksamkeit der organischen Körper nothwendigen äusseren und inneren Reizen gibt es noch viele andere Einwirkungen mechanischer, chemischer und organischer Art, welche die lebenden Körper unter verschiedenen Verhältnissen treffen. Auch diese vermögen sie durch Thätigkeits-Aeusserungen zu bestimmen, wenn sie deren Organisation und Kräfte nicht durch mechanische Gewalt oder durch die Macht des Chemismus oder der chemischen Affinitäten zerstören. Sie können abnorme und ungewöhnliche Reiz-Zustände oder Reactionen veranlassen, die man Krankheiten nennt. Immer zeigt sich in den lebenden Körpern, welche von ungewöhnlichen Reizen afficirt werden, das Bestreben denselben entgegen zu wirken, und ihren nachtheiligen Einfluss zu beseitigen. Bei ihrer Einwirkung ist nicht bloss das Quantum des Eindrucks und der erregten Reizung zu beachten, sondern es muss auch deren Qualität und die qualitative Reaction berücksichtigt werden, die sie hervorbringen.

§. 549.

Untersuchen wir weiter, wovon die Eigenschaft der organischen Körper, sich für Reize empfänglich zu zeigen und sich durch Reize zur Thätigkeit bestimmen zu lassen, abhängig ist; so scheint sie zunächst in der besondern Beschaffenheit ihres Substrats von organischen Materien begründet zu seyn. Diese wird den Keimen aller Pflanzen und Thiere durch die Bildungs-Thätigkeit der zeugenden

Digitized by Google

Organismen ertheilt, und setzt sie in den Stand, sich unter dem Einflusse von äusseren Agentien oder Reizen zu bilden und zu entwickeln. Die besondere Beschaffenheit des Stoffs der Keime, die sie reizbar und zum Bilden geschickt macht, ist zwar noch nicht durch die Sinne erkannt, und durch Beobachtung und Versuche näher erforscht worden; doch müssen wir auf ihr Vorhandenseyn schliessen, weil wir die nach Reizen eintretenden Erscheinungen des Bildens an den Keimen verschieden ausfallen sehen, nach Verschiedenheit der zeugenden Pflanzen- und Thier-Arten, und deren verschiedenen Beschaffenheit in der Mischung und Organisation. Das Bilden äussert sich in den Keimen jeder Art von lebenden Körpern auf eine eigenthümliche Weise, und zwar der Beschaffenheit der zeugenden Körper adäquat, welche jenen die Fähigkeit zum Bilden ertheilten. Nach der den Keimen ertheilten besondern Beschaffenheit des organischen Stoffs, der sich bildungsfähig macht, zeigt sich die Bildungskraft und die Empfänglichkeit für Reize oder ihre Reizbarkeit verschieden.

§. 550.

Die unter dem Einflusse äusserer Agentien oder Reize in den sich entwickelnden Keimen, in einer bestimmten Ordnung und Reihen-Folge entstehenden, Theile und Gebilde äussern sich, nach Verschiedenheit der ihnen durch das Bilden ertheilten Mischung und Organisation, auf verschiedene Weise reizbar und zeigen sich auf eigenthümliche Weise thätig. Die aus dem Pflanzensamen nach und nach entstehenden Wurzeln, Blätter, Blüthen und Befruchtungstheile, das Zellengewebe und die Saftgefässe der Gewächse werden durch verschiedene äussere und innere Reize zur Thätigkeit und zur Ausübung ihrer eigenthümlichen Verrichtungen bestimmt. In den Thieren bieten die durch das Bilden hervorgebrachten Muskeln, die Nerven, der Zellstoff, die Gefässe, die Drüsen, die Sinnesorgane und alle verschiedene Eingeweide eine verschiedene Empfänglichkeit für Reize dar, und sie werden durch Reize verschiedener Art in den Zustand von Thätigkeit versetzt, der nach der ihnen durch das Bilden ertheilten Organisation, Mischung und vitalen Eigenschaften verschieden aus-

Digitized by Google

fällt. Die Ursache des Bildens verschiedener Theile in den sich entwickelnden Keimen, mit verschiedenen vitalen Eigenschaften begabt, können wir nicht in der Wirkung der äusseren Agentien oder Reize suchen, welche die Keime zum Bilden anregen, sondern wir müssen sie allein in einer der bildungsfähigen Materie inhärirenden, und die Bildungs-Vorgänge regelnden Kraft, der Bildungskraft, suchen. Die Wirkungen dieser Kraft fallen in den Keimen unter dem Einflusse äusserer Agentien so verschieden aus, als sich dieselbe in den Arten, welche die bildungsfähigen Keime hervorbrachten, verschieden äussert. Dass nun jedes Organ, jedes Gebilde und Gewebe mit einer besonderen Empfänglichkeit für gewisse Reize begabt ist und sich auf eine eigenthümliche Weise thätig zeigt, dies hängt von den Eigenschaften ab, die ihm durch den Act des Bildens und Entwickelns ertheilt wurden. Da diese aber Wirkungen der Bildungs- und Ernährungs-Kraft sind, so können wir in dieser Kraft nur die Ursache der verschiedenen Reizbarkeit und Thätigkeit der Theile suchen.

§. 551.

Sollen die einmal gebildeten Organismen mit allen ihren verschiedenen Theilen eine Zeit lang reizbar bleiben, und unter dem Einflusse äusserer oder innerer Reize sich auf ihre eigenthümliche Weise thätig zeigen, so ist es eine unumgänglich nothwendige Bedingung, dass sie sich in ihrer Organisation, Mischung und ihren vitalen Eigenschaften durch den Act des Ernährens erhalten. Jeder Theil eines organischen Körpers, eines Thieres oder einer Pflanze, bleibt nur so lange nach seiner eigenthümlichen Beschaffenheit auf seine Weise reizbar, und äussert sich auf besondere Art thätig, als er ernährt ist. Ein Muskel ist nur so lange für Reize empfänglich und zieht sich bei deren Einwirkung zusammen, als er durch den Act des Ernährens in seiner eigenthümlichen Organisation, Mischung und seinen vitalen Eigenschaften erhalten ist. Nur die ernährten Nerven sind empfindlich. Jedes Sinnesorgan vermag nur so lange bei äusseren Einwirkungen eigenthümliche Empfindungen zu erregen, als es durch das Ernährungsgeschäft seine besondere Beschaffenheit behauptet. Eine

Digitized by Google

Drüse lässt sich allein im Zustande des Ernährtseyns durch Reize zur Absonderung ihres Safts bestimmen. Auf gleiche Weise verhält es sich mit den Lebens-Aeusserungen aller übrigen Organe. Auch in Gewächsen sehen wir nur so lange Bewegungen bei Reizen eintreten, als die beweglichen Theile ernährt sind. Die innere Grundbedingung des Reizbarseyns und der eigenthümlichen Reaction gegen Reize ist also bei allen Organismen und bei allen ihren Theilen in dem Zustande und der Beschaffenheit ihrer Organisation, Mischung und vitalen Eigenschaften begründet, die ihnen durch die Bildungs- oder Ernährungs-Kraft ertheilt wurden, und in denen sie durch diese Kraft erhalten werden.

§. 552.

Die Art und der Grad der Empfänglichkeit der lebenden Körper und aller ihrer Theile, sowie die Weise und Energie ihrer Thätigkeit bei sie treffenden Reizen, durch den Zustand ihres Ernährtseyns bedingt, sind aber auch von der Beschaffenheit der äusseren Agentien, der Nahrungsmittel, dem Wasser und der Luft abhängig, aus denen sich die lebenden Körper ihren Nahrungssaft und den Stoff zum Bilden und Ernähren bereiten. Besitzen diese Materien die gehörigen Qualitäten einen guten Nahrungssaft abzugeben, und erhalten sich die lebenden Theile aus ihm in dem gehörigen Zustande des Ernährtseyns, so werden sich diese auch auf ihre Weise reizbar und thätig zeigen. Gut genährte Pflanzen und Thiere behaupten ihre Reizbarkeit und Thätigkeit am besten, und zeigen in ihrem Wirken die grösste Energie. Haben jene Materien dagegen eine schlechte Beschaffenheit, so wird der Nahrungssaft in seinen Eigenschaften verändert, hiemit leidet das Geschäft der Ernährung, und die Reizbarkeit und Wirksamkeit der Theile werden gleichfalls geändert. Wird die Ernährung bei Mangel an Nahrungsmitteln oder bei schlechter Beschaffenheit derselben, beim Aufenthalt in einem verdorbenen Athmungs-Medium, oder bei sonstigen nachtheiligen, das Ernährungsgeschäft störenden Einflüssen geschwächt oder verändert, so ist damit auch immer eine Veränderung ihrer Reizbarkeit und ihres Wirkungs-Vermögens verbunden.

Digitized by Google

§. 553.

Die Reizbarkeit und die Thätigkeit der lebenden Körper und ihrer Theile können ferner durch mancherlei äussere Substanzen verändert werden, die nicht immer, sondern nur unter gewissen Umständen auf sie einwirken. Zu diesen gehören die Arzneistoffe. Die meisten werden eingesaugt und dem Nahrungs-Safte zugesetzt. Entweder verändern sie dessen organische Mischung und Qualität, oder sie werden mit dem Nahrungssafte den festen Theilen zugeführt und bringen Veränderungen in diesen hervor, die sich durch Erhöhung oder Herabstimmung ihrer Reizbarkeit und Thätigkeit, und durch veränderte Lebens-Aeusserungen zu erkennen geben. Ihre Wirkung, mit den Aerzten der Schule Brown's, bloss in einen verschiedenen Grad der Reizung zu setzen, den sie in den Theilen erregen, ist höchst einseitig. Alle wirken vielmehr wohl dadurch, dass sie zunächst die materielle Beschaffenheit und den Ernährungs-Zustand der Organe ändern, in denen die Reiz-Empfänglichkeit und Wirkungsart der Theile begründet ist, und dadurch erst bringen sie eine Veränderung in ihrer Reizbarkeit und in ihren Kräften hervor.

Die Wirkung der Arzneimittel ist nach ihrer Beschaffenheit sehr verschieden. Einige dieser Stoffe bewirken durch Aenderung des Ernährungs-Zustandes der Nerven eine Erhöhung oder Herabstimmung der Reiz-Empfänglichkeit und der Thätigkeit der Nerven, andere haben einen solchen Einfluss auf die Muskeln, noch andere auf diese oder jene Drüse, oder sie verändern die Vitalität der Häute oder anderer Gebilde. Dies lässt sich nicht mit einer bloss dem Grade nach durch die Arzneistoffe hervorgebrachten Reizung zusammenreimen. Es kann nur aus der Annahme einer qualitativ verschiedenen Wirkungsart der Arzneistoffe und eines durch sie veränderten Ernährungs-Zustandes der Theile erklärt werden. Durch den Zusatz verschiedener Materien, Elektricität, Wärme, Alkalien, Säuren, Narcotica u. s. w. zu dem organischen Stoff der Theile wird deren Reizbarkeit und Wirkungs-Vermögen vielfach verändert, erhöht, herabgestimmt oder anderweitig alienirt, wie von Humboldt [1] und G. R. Treviranus [2], durch ihre Versuche bei der Anwendung von mancherlei Materien auf Nerven

Digitized by Google

und Muskeln lebender Thiere dargethan haben, und worauf wir an einem andern Orte zurückkommen werden. Einleuchtend ist es, dass durch Aenderung des Ernährungs-Zustandes und der in diesem begründeten Kräfte mittelst der Arzneistoffe nun auch die Wirkungen der gewöhnlichen und zur Erhaltung des Lebens nothwendigen Reize geändert werden.

1) Versuche über die gereizte Muskel- und Nervenfaser. Berlin 1797. B. 2. S. 70 und S. 171. Vierzehnter Abschnitt. Versuche über die Stimmung der Erregbarkeit durch chemische Stoffe.

2) Physiologische Fragmente. Hannover 1797. Th. 1. S. 70. Biologie B. 5. S. 303.

§. 554.

Die Reizbarkeit und die bei Reizen eintretenden eigenthümlichen Kraft-Aeusserungen der lebenden Körper können durch verschiedene äussere Einflüsse, einen gewissen Grad von Kälte, Wärme, Elektricität, und mancherlei mechanische oder chemische Einwirkungen getilgt werden. Hinsichtlich des Grades, bei welchem sie dies bewirken, zeigen sie nach der verschiedenen Beschaffenheit der lebenden Körper und deren Lebens-Zuständen viele Verschiedenheiten. Alle bringen den Tod nur dadurch hervor, dass sie den inneren Zustand und die besondere Beschaffenheit des organischen Substrats der lebenden Körper aufheben, in denen ihre Bildungs- oder Ernährungs-Thätigkeit begründet ist, und wovon ihre Reiz-Empfänglichkeit und ihre lebende Wirkungsart abhängig sind. Zu denen die Reizbarkeit und die organischen Kräfte tilgenden Einflüsse gehören endlich die organischen Gifte, deren Wirkung immer relativ ist, nach der verschiedenen Beschaffenheit der lebenden Körper. Auch sie wirken in Pflanzen und Thieren wohl nur dadurch, dass sie entweder die besonderen Eigenschaften des Nahrungs-Saftes verändern, und seine Beschaffenheit aufheben, die zur Erhaltung der Ernährung nothwendig ist, oder dass sie den Ernährungs-Zustand in den festen Theilen selbst vernichten, womit sie die in diesem begründete Reizbarkeit und ihre Kräfte tilgen.

Die Annahme mancher Physiologen und Aerzte, dass die Gifte zunächst und unmittelbar die Nervenkraft, oder

Digitized by Google

die Muskelkraft tilgen, und dadurch den Tod verursachen, ist höchst einseitig und irrig. Da es viele Gifte gibt, welche sowohl das Leben der Pflanzen als der Thiere aufheben; so kann ihre Wirkung nur in der Aufhebung des Ernährungs-Zustandes und in der Tilgung der Ernährungskraft begründet seyn, welche die Thiere mit den Pflanzen gemein haben, und sie kann nicht in der Aufhebung der Nervenkraft oder Muskelkraft gesucht werden, welche den Gewächsen abgehen. Doch geben wir zu, dass manche Gifte in den Thieren zunächst den Ernährungs-Zustand der Nerven und hiemit die Nerventhätigkeit tilgen, während andere primär die Ernährung der Muskeln aufheben und dadurch die Muskelkraft vernichten; so dass der Tod bald von den Nerven, bald von den Muskeln ausgehen kann.

§. 555.

Die Empfänglichkeit der lebenden Körper für Reize und die Intensität der Reaction gegen dieselben sind ferner nach ihren Entwickelungs- und Alters-Perioden verschieden. Junge Pflanzen und Thiere sind sehr reizbar und werden durch geringe Reize in Thätigkeit gesetzt, ihre Kräfte werden aber leicht durch stärkere Reize getilgt. Mit der Dauer des Lebens und zur Zeit des Culminations-Punktes ihrer organischen Wirksamkeit nimmt die Empfänglichkeit für Reize allmählig ab, wiewohl die durch den gehörigen Grad von Reizen hervorgebrachte Reaction mit grosser Energie erfolgt. Auch wird ihre Reizbarkeit und Wirksamkeit nicht so leicht durch Reize getilgt. In höherm Alter, wenn die organischen Körper den Wendepunkt ihrer grössten Ausbildung überschritten haben, ist nicht nur die Empfänglichkeit für Reize gesunken, sondern auch die Stärke der Rückwirkung ist in Abnahme begriffen. Diese Veränderlichkeit der Reizbarkeit und der Kräfte der Organismen nach den Alters-Perioden ist in dem veränderten Zustande der materiellen Beschaffenheit der lebenden Körper und ihrer Ernährungskraft während der Entwickelungs- und Alters-Perioden zu suchen. Jedem lebenden Körper kommt nach der Art, zu der er gehört, eine gewisse Zeit des Daseyns zu, und jeder durchläuft in abgemessenen Zeiträumen seine Entwickelungs- und Alters-

Digitized by Google

Perioden, die hinsichtlich der Dauer und der mit denselben verbundenen Bildungs-Vorgänge, nach den Arten der organischen Körper, höchst verschieden sind. Der Grund dieser Veränderungen und der damit verbundenen Veränderlichkeit ihrer Reizbarkeit und Wirksamkeit liegt in ihrer verschiedenen Bildungskraft, deren Ursache in Natur-Verhältnissen zu suchen ist, welche die verschiedenen Arten von lebenden Körpern in das Daseyn riefen. Diese kennen wir noch nicht, und über sie können wir daher bei dem gegenwärtigen Standpunkte der Naturwissenschaften keine Rechenschaft geben.

§. 556.

Die Reizbarkeit und die Kraft-Aeusserungen der lebenden Körper zeigen sich ferner nach den Tages-Zeiten verschieden, und sie sind in einem periodischen Schwanken von Erhöhung und Herabstimmung begriffen. Die Reiz-Empfänglichkeit und die Wirksamkeit des Nerven-Apparats, der Sinnesorgane und der Muskeln aller Thiere werden durch die Reize, die sie treffen, und durch die Wirkungen, welche sie erregen, verändert und herabgestimmt, und es tritt eine Zeit der Ruhe und Unthätigkeit, der Schlaf-Zustand, ein, der in einem Nachlass der Kräfte jener *Theile* zu suchen ist. Während des Schlafs, in dem die Ernährungs-Verrichtungen ohne Unterbrechung fortdauern, wird die Empfänglichkeit jener Gebilde für Reize wieder allmählig erhöht und die ihnen zukommenden Kräfte werden gesteigert; so dass sie durch äussere und innere Reize von Neuem in Thätigkeit versetzt werden. Diese Erscheinungen sind darin begründet, dass die Beschaffenheit des materiellen Substrats des Nerven-Apparats, der Sinnes-Organe und der Muskeln durch die Reize, welche sie zur Wirksamkeit bestimmen, und durch ihre Reaction selbst, eine solche Veränderung erleidet, die sie zur dauernden Ausübung ihrer Verrichtungen unfähig macht. Während des Schlafs wird die nothwendige Beschaffenheit des materiellen Substrats durch die Ernährungs-Vorgänge, und die diese unterhaltenden äusseren und inneren Reize allmählig wieder hergestellt. Hiemit werden die Kräfte jener Theile wieder gesteigert, und sie werden befähigt bei Reizen, die sie in

Digitized by Google

Wirksamkeit versetzen, sich von Neuem thätig zu zeigen. Die Ernährungskraft also ist es, welche die Reizbarkeit und Wirksamkeit der Nerven, Sinnesorgane und Muskeln nicht nur überhaupt bedingt, sondern sie auch herstellt, wenn sie durch ihr Wirken herabgestimmt sind. Aehnliche Erscheinungen eines veränderlichen Zustandes der Reizbarkeit und Beweglichkeit nach den Tageszeiten und der Beschaffenheit der einwirkenden Reize nehmen wir an den Blättern, Blüthen und Zeugungstheilen der Gewächse wahr, die gleichfalls nur eine Deutung aus dem veränderlichen Zustande ihres Ernährtseyns nach den Tageszeiten und den sie treffenden Reizen finden.

Die auf die Erhaltung der organischen Körper gerichtete Ernährungs-Kraft ist es also, welche die bei der Einwirkung von Reizen und durch die Reizung sich vermindernde Reizbarkeit und Wirksamkeit der Pflanzen und Thiere und aller ihrer Theile, wieder restituirt, und sie zum Wirken von Neuem befähigt. Das Phänomen der Veränderlichkeit der Erregbarkeit bei den Thieren nach den Tageszeiten war den Erregungs-Theoretikern wohl bekannt, aber sie vermogten hierüber keinen Aufschluss zu geben. Auf die Wiederherstellung der Reizbarkeit und Wirksamkeit der Organismen durch die Vorgänge des Ernährens bezieht sich die Aufnahme von neuen Nahrungsstoffen, organischen Materien, Wasser und Bestandtheilen der Luft, von denen die Erhaltung der lebenden Körper abhängig ist; weil sie aus diesen neuen Stoff zum Ernähren, neuen Nahrungssaft, bereiten, aus dem jedes Organ durch den Act des Ernährens sich in dem Zustande des Reizbarseyns und der Thätigkeit erhält, und das wieder herstellt, was durch die Reize und die Reaction gegen dieselben verändert wurde.

§. 557.

Zufolge dieser Untersuchungen bezeichnen wir durch das Wort Reizbarkeit die den lebenden Körpern, allen Thieren und Gewächsen, allen ihren Gebilden, und selbst schon den Keimen zukommende Eigenschaft oder Fähigkeit sich für ausser ihnen liegende Agentien oder Einflüsse, und für Reize, die sie selbst hervorbringen, empfänglich zu zei-

Digitized by Google

gen, und durch diese sich zur Thätigkeit und fortdauernden Veränderungen bestimmen zu lassen. In dieser allgemeineren Bedeutung haben auch schon Reil [1] und Hufeland [2] das Wort Reizbarkeit genommen. Wir dürfen uns dieselbe jedoch nicht als eine für sich bestehende, den Organismen nur adhärirende und von dem Substrate ihrer organischen Materie objectiv verschiedene Kraft vorstellen, die einer Veränderung, einer Erhöhung oder Verminderung fähig wäre, ohne dass damit nicht zugleich eine Veränderung jenes statt hätte. Wir müssen sie vielmehr als eine in der eigenthümlichen Beschaffenheit der organischen Materie und der Organisation begründete und von diesen ganz abhängige Eigenschaft ansehen, die sich in den Arten von lebenden Wesen so verschieden äussert, als eben ihre organische Beschaffenheit verschieden ist. So verschieden ferner, als die durch die Bildungsthätigkeit in den Keimen, nach dem eigenthümlichen Entwickelungsgang der Arten, hervorgebrachten Gebilde und Organe sind, so verschieden ist auch ihre Reizbarkeit. Jedes Gewebe, jedes Organ wird durch eigenthümliche Reize zur Thätigkeit bestimmt, nach Verschiedenheit der ihm durch das Bilden ertheilten Beschaffenheit.

Wir müssen daher in den Thieren so viele Arten der Reizbarkeit statuiren, als es in ihnen verschiedenartige Gebilde gibt, also Reizbarkeit des Zellstoffs, der Muskeln, der Nerven, der Knochen, fibrösen Gebilden u. s. w. Ja jedes Organ, jedes Eingeweide, jede Drüse, jedes Sinnes-Organ hat nach Verschiedenheiten seines Baues und seiner Beschaffenheit, die ihm durch das Bilden ertheilt wurde, seine eigenthümliche, specifike Empfänglichkeit für Reize, und wird durch Reize verschiedener Art zu seinen Thätigkeits- oder Lebens-Aeusserungen aufgeregt. Auf gleiche Weise verhält es sich mit den Pflanzen. Das Zellengewebe, die verschiedenen Arten von Gefässen, die Wurzeln, die Blätter, die absondernden Gebilde, die Zeugungstheile, die Blüthen, das Pistill, die Staubfäden sind nach Verschiedenheit der ihnen beim Acte des Bildens und Entwickelns ertheilten Structur und Eigenschaften auf verschiedene Weise reizbar, und sie werden durch verschiedene Reize zu ihren Verrichtungen bestimmt.

Digitized by Google

Die Reizbarkeit wird der bildungsfähigen Materie der Keime mit der Eigenschaft, sich bei gewissen äusseren Einflüssen zu bilden, durch die Bildungsthätigkeit der zeugenden Organismen ertheilt. Die Reizbarkeit der Organismen und aller ihrer Gebilde besteht nur so lange als sie ernährt sind. Alle Einflüsse, welche den Zustand der Ernährung im Ganzen oder in den einzelnen Theilen ändern, bringen auch eine Veränderung in ihrer Reizbarkeit hervor. Mit den in dem Entwickelungsgange der verschiedenen lebenden Körper liegenden und während den Alters-Perioden eintretenden Veränderungen des Ernährungs-Zustandes, im Ganzen und in den einzelnen Theilen, ist eine Veränderlichkeit ihrer Reizbarkeit verbunden. Alle Einflüsse, welche die Ernährung aufheben und die Bildungs- oder Ernährungs-Kraft tilgen, zerstören die Reizbarkeit.

Da die Reizbarkeit nicht als eine besondere Kraft der organischen Körper angesehen werden kann, sondern nur eine Eigenschaft der bildungsfähigen Keime und der aus denselben sich bildenden Organismen und ihrer Theile ist, die ihnen ursprünglich durch die Bildungskraft ertheilt wird, und in der sie durch eben diese Kraft erhalten werden; so erhellet hieraus der Missgriff, welchen mehrere Aerzte und Physiologen begingen, dass sie die Reizbarkeit als die Grundkraft des Lebens oder als Lebens-Princip aufstellten. Sie haben irriger Weise eine blosse Eigenschaft der organischen Körper, die eine Wirkung der Bildungskraft ist, für die bedingende Ursache des Lebens gehalten.

1) Von der Lebenskraft; im Archiv für die Physiologie. B. 1. S. 1.
2) Pathogenie. Jena 1795. S. 77.

§. 558.

Nachdem wir die Nothwendigkeit der äusseren und inneren Reize für die Erhaltung der organischen Körper, so wie die Abhängigkeit ihrer Wirksamkeit und Lebens-Acte von denselben dargethan und die Reizbarkeit als eine durch die Bildungs- oder Ernährungs-Kraft bedingte Eigenschaft der Organismen erkannt haben; so müssen wir uns nun mit den durch Reize veranlassten Wirkungen beschäftigen. Dass äussere Agentien oder Reize in einem organischen Körper eine Reizung hervorbringen, hängt, wie früher

Digitized by Google

(§. 539.) dargethan wurde, nicht von jenen allein ab, sondern setzt in diesem das Daseyn von Kräften voraus, die durch den Reiz zur Thätigkeit bestimmt werden. Die in Folge von Reizen eintretenden Wirkungen sind ferner keine mechanische oder chemische, sie sind vielmehr organische oder vitale, das heisst Producte der den organischen Körpern inhärirenden Kräfte, die durch Reize zur Thätigkeit bestimmt werden. Dass ein organischer Körper reizbar ist, oder dass ein Reiz einen Eindruck auf ihn macht und eine Reizung hervorbringt, können wir nur aus den eintretenden Thätigkeits-Aeusserungen entnehmen, und aus diesen allein sind wir auf die stattfindende Reizung zu schliessen berechtigt. Der Eindruck des Reizes und die eintretende Thätigkeits-Aeusserung lassen sich nicht als zwei verschiedene Vorgänge durch die Sinne unterscheiden, weil sie in einem Act zusammenfallen, indem mit dem Eindruck des Reizes auf ein lebendes Organ die ihnen einwohnende Kraft sogleich mit ins Spiel tritt.

§. 559.

Die in Folge der Einwirkung von Reizen eintretenden Thätigkeits-Aeusserungen sind in den organischen Körpern und deren Gebilden sehr verschieden, und aus ihnen müssen wir auf die Verschiedenheit der in Thätigkeit versetzten Kräfte schliessen. Bei einer Beachtung der durch Reize erregten Wirkungen ergibt sich, dass es folgende sind. Zuvörderst nehmen wir Erscheinungen des Bildens, Ernährens und Absonderns wahr, die bei Reizen sich einstellen. In den befruchteten Keimen der Pflanzen und Thiere erfolgen bei einem gewissen Wärmegrad und der Luft Bildungs-Erscheinungen. In allen lebenden Körpern finden unter dem Einflusse von Reizen die Vorgänge des Ernährens statt. Alle ernährten Gebilde können ferner durch Reize verschiedener Art in ihrem Ernährungs-Zustande geändert werden, wie man dies an entblössten, verwundeten und erkrankten Organen so vielfach zu beobachten Gelegenheit hat. In den absondernden Organen, den Drüsen und secernirenden Häuten gibt sich die durch Reize erregte Thätigkeit durch das Absondern der Säfte, und oft durch eine veränderte Beschaffenheit deren Eigenschaften und Mischungs-

Digitized by Google

Verhältnisse kund. In anderen Organen äussert sich die nach Reizen eintretende Thätigkeit durch sichtbare Bewegungen, die ihrer Natur nach verschieden sind. An gereizten Muskeln sehen wir Oscillationen eintreten, welche mit abwechselnder Contraction und Expansion ihrer Fasern verbunden sind. Am Zellstoff, an den aus Zellstoff gebildeten Häuten, an den Wandungen der Gefässe und Ausführungsgänge der Drüsen, selbst an fibrösen Gebilden, stellt sich eine langsame Zusammenziehung und Verdichtung ihres Gewebes ein. Zu gereizten gefässreichen Theilen strömt mehr Blut oder Nahrungssaft zu und es äussert sich Turgescenz. In noch anderen Gebilden gibt sich die durch Reize erregte Thätigkeit durch Gefühle und Empfindungen kund, die mit einer Action des geistigen Princips, unseres Selbstbewusstseyns, verbunden sind, wie dies bei Reizen der Fall ist, welche die Sinnesorgane und die Nerven, oder die mit Nerven versehene Organe treffen. Auf das Vorkommen dieser Thätigkeits-Aeusserungen in anderen Organismen können wir nur nach der Analogie, theils aus dem Vorhandenseyn der Nerven und gleich oder ähnlich gebauter Sinnesorgane, theils aus Handlungen schliessen, die bei uns in Folge von Nerven-Reizungen eintreten.

§. 560.

Fragen wir, wie oder auf welche Weise äussern sich die lebenden Körper und ihre Gebilde bei Reizen thätig, oder worin besteht die eintretende Wirkung? Allgemein scheint die durch Reize veranlasste Erregung oder der bei der Einwirkung von Reizen eintretende Zustand von Thätigkeit zunächst in Bewegung der gereizten Theile zu bestehen, oder doch mit Bewegungen verbunden zu seyn. Nach Verschiedenheit der lebenden Körper und ihrer Gebilde, deren Organisation und inhärirenden Kräfte fallen jedoch die Bewegungen verschieden aus. An vielen Theilen, wie an den gereizten Muskeln und allen sonstigen contractilen Gebilden, sind die nach Reizen eintretende Bewegungen sichtbar. Wo wir keine Bewegungen wahrnehmen, sind wir genöthigt gleichfalls auf ihr Vorhandenseyn aus Erscheinungen zu schliessen, die ohne räumliche Veränderungen nicht vorgestellt werden können, wie die des Bil-

Digitized by Google

dens, Wachsens, Ernährens, Absonderns, und die bei Reizen eintretenden inneren Vorgänge der Nerven, welche Empfindungen, oder Bewegungen der Muskeln zur Folge haben. In so fern den lebenden Körpern und ihren Theilen das Vermögen zukommt, sich bei Reizen durch eigene Thätigkeit zu bewegen, müssen wir ihnen bewegende Kräfte zuschreiben. Diese können wir nur aus der Art des Bewegens beurtheilen. Wenden wir uns zur Untersuchung der Ursachen oder Kräfte, welche die in den beiden vorhergehenden Kapiteln geschilderten Bewegungen der Thiere und Pflanzen bewirken, und bezeichnen wir dieselben, wenn sie sich nicht auf einander zurückführen lassen, mit besonderen Namen.

Bildungs- oder Ernährungs-Thätigkeit als die bewirkende Ursache der mit dem Bilden, Ernähren und Absondern verbundenen Bewegungen.

§. 561.

Die zuerst in den befruchteten und bildungsfähigen Keimen der Thiere und Pflanzen unter dem Einflusse äusserer Agentien eintretenden Thätigkeits-Aeusserungen sind die des Bildens. Sie sind mit räumlichen, wiewohl *lang*sam erfolgenden, inneren Veränderungen des organischen Stoffs der Keime verbunden, und können ohne solche nicht gedacht werden. Doch besteht das Bilden nicht in blossen Bewegungen, denn mit ihm finden zugleich Veränderungen in der Mischung der organischen Materien statt, die aus Bewegungen allein nicht erklärbar sind. Die das Bilden begleitenden Bewegungen, obgleich durch Reize veranlasst, werden den Keimen nicht durch diese mitgetheilt. Sie werden vielmehr durch eine den Keimen inhärirende Kraft bewirkt und geregelt, und von dieser hängt der besondere Modus des Bildens und der mit ihm vergesellschafteten Bewegungen ab. Das Bilden und die mit ihm verbundenen Bewegungen erfolgen in dem Keime jeder Pflanzen- und Thier-Art auf eine besondere Weise, so dass die sich bildenden und in einer bestimmten Ordnung und in abgemessenen Zeiträumen entstehenden Theile, der Form, der Mischung, der Organisation und den vitalen Eigenschaften

Digitized by Google

nach, denjenigen Organismen gleich werden, welche die Keime in das Daseyn riefen.

Die mit dem Bilden vergesellschafteten Bewegungen haben wir unter dem Namen der Bildungs-Bewegungen (§. 468 und 475.) aufgeführt. Die Art und Weise, wie sie vollzogen werden und wie sie zu Stande kommen, haben sich bis jetzt der sinnlichen Wahrnehmung entzogen. Ihre bewunderungswürdigen Wirkungen liegen vor Augen, wiewohl wir ihre inneren Vorgänge nicht kennen. Sie scheinen durch dasselbe innere, dem bildungsfähigen Stoff der Keime inhärirende Princip bewirkt zu werden, welches die organische Mischung und das organische Gefüge hervorbringt, und welches wir durch den Namen der Bildungskraft bezeichnet haben. Zu der Annahme einer besonderen, die Bildungs-Bewegungen bewirkenden Kraft sind wir nicht berechtigt, und wir befinden uns ausser Stand hinlängliche Criterien anzugeben, nach welchen wir das Daseyn einer solchen von der Bildungskraft verschiedenen Kraft bestimmen könnten. Bildsamkeit und Bildungs-Beweglichkeit sind dem organischen Stoff der Keime inhärirende Eigenschaften, über die wir bei dem gegenwärtigen Stande der Physiologie keine weitere Rechenschaft geben können, die wir als vorhanden annehmen müssen, ohne dass die Art ihres Wirkens erforscht und der absolute Grund derselben erkannt ist [1]. Auf gleiche Weise verhält es sich mit vielen andern Kräften, deren Wirkungen zwar ausgemittelt sind, deren Art des Wirkens aber noch im Dunkeln liegt.

1) Dutrochet (*L'Agent immédiat du mouvement vital, devoilé dans sa nature et dans son mode d'Action chez les végétaux et chez les animaux. Paris* 1826. 8. *Ch.* 4. *p.* 105.) nahm zufällig wahr, dass die Samenkapseln von gewissen Schimmelarten, sich durch ihre Wände mit Wasser füllten, während sich aus ihrer Mündung eine dichtere Substanz, die in ihnen enthalten war, nach aussen ergoss. Diese Erscheinung erregte seine Aufmerksamkeit und er stellte darüber mehrere Versuche an. Abgeschnittene Blinddärme von Hühnern, die er ins Wasser gelegt, füllten sich mit dieser Flüssigkeit, obgleich sie an ihrem offenen Ende zugebunden waren. Wurden sie offen gelassen, so drang das Wasser durch ihre Wände ein, und trieb die darin enthaltenen Materien, wie Chymus oder Milch, aus. Diese Erscheinungen dauerten so lange, als jene Materien nicht verfault waren. Trat aber

Digitized by Google

Fäulniss ein, so fand das Gegentheil statt, das im Innern des Darms befindliche Wasser wurde nach aussen getrieben, und der Darm erschlaffte. Dutrochet brachte nun das untere Ende einer mit Gummi-Wasser angefüllten Röhre in einen Blinddarm ein und senkte diesen bis zur Hälfte ins Wasser. Die umgebende Flüssigkeit drang durch die Wände des Darms ein, und zwar mit solcher Gewalt, dass das Gummi-Wasser emporgehoben wurde, und durch das obere Ende der eingebrachten Röhre ausfloss.

Aus diesen und ähnlichen Versuchen schloss er, dass so oft zwei Flüssigkeiten von verschiedener Dichtigkeit durch eine organische Haut von einander getrennt sind, die minder dichte ihre Richtung mit Gewalt nach der Seite hinnimmt, wo sich die dichtere befindet, und dass die Höhle, worin die letztere enthalten ist, sich anfüllt und turgid wird, wenigstens so oft, als sich die chemische Beschaffenheit der Flüssigkeit nicht widersetzt, indem die Alkalinität, in gewissen Fällen dieselbe Wirkung hervorbringt, wie die mindere Dichtigkeit. Dutrochet nennt das Streben einer Flüssigkeit, in das Innere einer organischen Höhle einzudringen *Endosmosis*, und das entgegengesetzte *Exosmosis*. Die Erklärung derselben glaubte er in der von Porret gemachten Beobachtung zu finden, dass, wenn zwei Flüssigkeiten durch eine Membran von einander getrennt sind, und die eine derselben electrisirt wird, diese electrisirte sich mit grosser Gewalt nach der Seite hinbegibt, wo sich die nicht electrisirte befindet; sowie auch in dem allgemeinen Gesetze der galvanischen Electricität, worauf Becquerel aufmerksam gemacht hat, dass, wenn zwei Körper von verschiedener Dichtigkeit mit einander in Berührung kommen, der eine positiv und der andere negativ electrisch wird. Und so wurde er zu dem Schluss geleitet, dass die Electricität das unmittelbare Agens der vitalen Bewegungen sey.

Dutrochet trägt nun kein Bedenken, nicht nur die Einsaugung von Flüssigkeiten durch die Wurzeln, und die auf- und absteigende Strömung des Safts, sondern selbst die Ernährung und das Bilden der Gewächse für blosse Wirkungen der Endosmose und Exosmose verschiedener dichter Flüssigkeiten durch die Wandungen der Saftkügelchen und der Zellen der Pflanzen zu halten. Er sagt (p. 184): *Il resulte de tout ce qui vient d'être exposé, que la vie de nutrition des végétaux consiste toute entière dans l'endosmose et dans l'exosmose; et comme ces actions physico-organiques reconnaissent pour cause l'agent électrique, il resulte, en dernière analyse, que cet agent est le principe de la vie de nutrition des végétaux.*

Woher rühren denn aber die ersten Kügelchen bei der Bildung der Gewächse, die doch nothwendig der Endosmose und Exosmose voraus gehen müssen? Wie entstehen neue, und wie werden diese zu den verschiedenen Gebilden der Pflanzen-Arten zusammengesetzt, die in jeder Pflanzenart ihren eigenthümlichen Charakter behaupten? So lange er diese Frage nicht beantwortet hat, müssen wir seine Lehre

Digitized by Google

als eine sehr gewagte und ganz unerwiesene Hypothese halten, welche die Vorgänge des Bildens nicht aufklärt.

§. 562.

Die unbekannten Vorgänge des Bildens und die mit ihm verbundenenen Bewegungen bedingen alle sonstige nach Reizen eintretende Bewegungen der flüssigen und festen Theile der organischen Körper, in so fern als diese Erzeugnisse des Bildungs-Prozesses sind, und ihnen die Eigenschaft sich bei Reizen zu bewegen durch das Bilden ertheilt wird. Die im Bildungs- und Nahrungs-Saft enthaltenen Kügelchen, mit der ihnen zukommenden Beweglichkeit, sind Producte des Bildens. Alle im Keime entstehenden contractilen Theile, der Schleimstoff in den Thieren, das Zellengewebe in den Gewächsen, die verschiedenen mit Contractilität begabten Gefässe, die contractilen Häute sind durch das Bilden hervorgebracht, und verdanken diesem die Eigenschaft contractil zu seyn. Eben so verhält es sich mit den Muskeln und ihrem lebenden Contractions-Vermögen. Auch die Nerven mit ihrer Fähigkeit, durch Reize in innere Bewegungen versetzt zu werden, sind von dem Bilden und der bildenden Kraft abhängig, welche sie mit ihren Eigenschaften in das Daseyn ruft. Die Art der in Folge von einwirkenden Reizen an Organen eintretenden sonstigen Bewegungen und deren Rückwirkung durch eigene Thätigkeit ist so verschieden als ihre Organisation und ihre vitalen Eigenschaften verschieden sind, welche ihnen durch die Bildungsthätigkeit und den Bildungs-Prozess ertheilt wurden.

§. 563.

Alle organische Körper mit ihren verschiedenen, in einer bestimmten Reihen-Folge bei der Bildung hervortretenden Theilen, bleiben nur so lange mit der Eigenschaft begabt, sich nach Reizen auf eine eigenthümliche Weise zu bewegen, als sie ernährt sind. Die Ernährung ist aber, wie früher dargethan wurde, mit fortdauernden Veränderungen in der Organisation und Mischung, und mit anhaltenden inneren Bewegungen verbunden, die theils zwischen dem Nahrungssafte und den festen Theilen, theils in den Theilchen oder Molekülen der Gewebe selbst statt haben.

Digitized by Google

Obgleich diese Bewegungen nicht durch die Sinne wahrgenommen sind, so müssen wir doch auf ihr Vorhandenseyn aus den Veränderungen schliessen, die wir an allen festen Theilen hinsichtlich der Mischung, der Consistenz, der Gestaltung, der Massen-Vermehrung und Verminderung während ihres Daseyns wahrnehmen, und die ohne innere Bewegungen nicht erfolgen können. Auch diese Bewegungen sind von der Bildungs- oder Ernährungs-Kraft abhängig, und durch sie wird das Bestehen der anderweitigenBeweglichkeit der verschiedenen Theile, des Zellstoffs, der Häute, Gefässe, Muskeln und Nerven in den Thieren bedingt. Von der Ernährung und den mit derselben verbundenen Bewegungen hängt ebenfalls die Eigenschaft der Pflanzentheile ab, sich bei Reizen verschiedener Art zu bewegen. Alle Reize, welche sichtbare Bewegungen in organischen Gebilden zu erregen im Stande sind, scheinen zunächst Ernährungs- oder organische Molekular-Bewegungen zu veranlassen, und erst in Folge dieser treten die sonstigen Bewegungen ein, welche wir an den gereizten Theilen wahrnehmen.

§. 564.

Die Vorgänge des Ernährens und die mit ihnen verbundenen Molekular-Bewegungen können in allen festen Theilen durch Einflüsse mancherlei Art geändert werden, und damit sind Veränderungen ihres Nahrungs-Zustandes und ihrer vitalen Eigenschaften verbunden. In den Thieren werden der Zellstoff, die verschiedenen Häute, Muskeln, Nerven, Knochen, fibrösen Gebilde, Drüsen, kurz alle Eingeweide und Organe durch Reize und Einwirkungen ungewöhnlicher Art in ihrem Ernährungs-Zustande und ihrer Organisation verändert, wie wir unter anderen bei der eintretenden Entzündung zu beobachten Gelegenheit haben. Die abnorm oder krankhaft gereizten Theile schwellen an, sie nehmen der Masse nach zu, ihre Structur und Textur ändert sich. Störungen in den Vorgängen des Ernährens finden im krankhaften Zustande bei der Erhärtung und Erweichung, und bei so vielen anderen krankhaften Bildungs-Prozessen, Entartungen, Scirrhus, Krebs, Tuberkeln u. s. w. statt, die mit abnormer Mischung und Organisation der Or-

Digitized by Google

gane verbunden sind, und wobei sich die krankhafte Reizung zunächst bloss durch Störungen und Aenderungen des Ernährungs-Prozesses, und den mit demselben verbundenen Ernährungs- oder organischen Molekular-Bewegungen äussert. Immer ist mit der Veränderung des Ernährungs-Prozesses im krankhaften Zustande auch eine Veränderung der den Organen zukommenden sonstigen vitalen Eigenschaften vergesellschaftet, ihres reizbaren Zustandes, ihrer anderweitigen Beweglichkeit und ihrer sonstigen Bewegungen nach Reizen. Auch die Theile der Pflanzen können vielfältig durch mancherlei Einflüsse zu abnormen und krankhaften Bildungen bestimmt werden, wobei zunächst ebenfalls nur die Vorgänge des Ernährens und die mit ihm vergesellschafteten Bewegungen verändert werden.

§. 565.

Zu den organischen Molekular-Bewegungen, welche durch die Bildungs- oder Ernährungs-Kraft hervorgebracht werden, zählen wir endlich die mit der Absonderung der Säfte verbundenen Bewegungen. Bestandtheile des den absondernden Organen zugeführten Nahrungssaftes werden in dem Parenchym derselben zur Bereitung von Säften eigener Art verwendet, die mit besonderen Eigenschaften begabt sind, und die Säfte werden in verschiedene Räume ergossen. Das Bereiten von Säften in den Sekretions-Organen können wir nur als eine Wirkung derjenigen Kraft ansehen, welche die Mischungs-Veränderungen in den lebenden Körpern überhaupt bewirkt und regelt. Mit dem Bereiten und Absondern der Säfte müssen innere oder Molekular-Bewegungen verbunden seyn, ohne welche jene nicht gedacht werden können. Eben diese Bewegungen, welche durch Reize verschiedener Art in den mit Reizbarkeit und Bildungs-Thätigkeit begabten Absonderungs-Organen veranlasst werden, sehen wir gleichfalls als Wirkungen der Bildungs- und Ernährungs-Kraft an. Sie fallen nach Verschiedenheit der absondernden Organe und ihrer bildenden Thätigkeit verschieden aus. Die Thätigkeit der Sekretions-Organe und die Beschaffenheit der abgesonderten Säfte werden vielfach durch äussere und innere Reize verändert. Eingesaugte und in die Säftemasse aufgenommene Materien verschiede-

Digitized by Google

ner Art, auch mechanische, chemische und Nerven-Reize, welche die Absonderungs-Werkzeuge treffen, verändern ihre Thätigkeit und die Beschaffenheit ihrer Säfte. Heftige Reize können sie in Entzündung versetzen und die Vorgänge des Ernährens ändern.

§. 566.

Alle die in den organischen Körpern und ihren Theilen nach Reizen eintretenden mit dem Bilden, Entwickeln, Wachsen, Ernähren und Absondern verbundenen Erscheinungen, die mit inneren oder Molekular-Bewegungen verbunden sind, sehen wir also als Wirkungen der Bildungs-Thätigkeit an. Sie sind es, welche alle übrigen in den Organen und Geweben nach Reizen eintretenden sichtbaren Bewegungen bedingen, theils in so fern sie die beweglichen Theile mit ihren Eigenschaften ins Daseyn rufen und sie mit einer anderweitigen Beweglichkeit begaben, theils in so fern sie dieselben durch die Vorgänge des Ernährens in der Eigenschaft erhalten, bei Reizen sich zu bewegen. Geben wir nun die in der verschiedenen Beschaffenheit und dem Bau der Theile begründeten sonstigen bewegenden Kräfte an.

Bewegungs-Vermögen der Kügelchen in den Säften und der Keimkörner.

§. 567.

Den in dem Blute der Thiere und in dem Nahrungssafte der Gewächse enthaltenen Kügelchen kommt die Eigenschaft zu, sich selbstthätig zu bewegen (§. 265. 287. 461. 483). Auch die im reifen Samen der Thiere vorhandenen Körperchen, die sogenannten Samenthierchen (§. 462.), üben eigenmächtige Bewegungen aus. Solche zeigen ferner die Keimkörner mancher Polypen (§. 464.) und Conferven (§. 484.). Diese Bewegungen sind vitale und müssen von den Bewegungen fein zertheilter und im Wasser schwebender Körper, worauf neuerlichst Robert Brown aufmerksam gemacht hat, wohl unterschieden werden. Um irrigen Folgerungen zu begegnen, die vielleicht manche Naturforscher aus diesen mikroscopischen Beobach-

Digitized by Google

tungen zu ziehen geneigt seyn dürften, und die Irrthümer in der Naturlehre veranlassen können, will ich dieselben einer Prüfung unterwerfen und einige Resultate von eigenen Beobachtungen über diesen Gegenstand mittheilen [1].

1) Herr Robert Brown hatte die Güte bei der Versammlung der Naturforscher und Aerzte in Heidelberg seine Beobachtungen mitzutheilen und mehrere Versuche vorzuzeigen. Ich habe dieselben mit meinem Collegen, Professor Muncke, mittelst eines vortrefflichen Mikroscops, von Plossel in Wien verfertigt, wiederholt, und werde sie gelegentlich ausführlicher bekannt machen.

§. 568.

Zuvörderst ist Brown's Angabe, dass die festen unorganischen Körper, gleich den Organismen und ihren Gebilden, sehr kleine sphärische Theilchen enthalten, nicht in der Natur begründet. Die von ihm bei der feinen mechanischen Zertheilung unorganischer Körper, wie Glas, Granit, Obsitian, Korunth, Lava, Bimstein, Mangan, Nikel, Arsenik, Schwefel, fossilem Holz, und in anderen gepulverten, zerriebenen, und im Wasser schwebenden unorganischen Substanzen mit Hülfe des Mikroscops beobachteten sphärischen Theilchen oder Molekülen, existiren als solche nicht, sie sind künstliche Erzeugnisse, wie auch C. A. S. Schultze [1] dargethan hat. Die sphärische Form kommt den aggregirten Theilchen vor der mechanischen Zertheilung nicht zu, sie ist erst durch die Reibung hervorgebracht, Dies erhellet daraus, dass die Theilchen solcher Körper, wenn man sie zerstösst und unter dem Mikroscop betrachtet, immer mehr oder weniger eckig erscheinen. Erst bei fortgesetzter Reibung im Wasser nehmen sie eine kugelige Form an, die aber offenbar eine Folge der Abreibung der Ecken ist. Das Nichtvorkommen von sphärischen Molekülen in den Mineralkörpern wird ferner dadurch erwiesen, dass die in einer Auflösung befindlichen unorganischen Materien beim Acte des Krystallisirens niemals in dieser Form erscheinen. Bringt man Tropfen von Salz-Auflösungen unter das Mikroscop, die man durch Anwendung der Wärme und dadurch bewirkte Verdunstung der lösenden Flüssigkeit zum Krystallisiren zwingt, so sind die sich gestaltenden Theilchen stets eckig oder winkelig, oder

Digitized by Google

sie gleichen Nadeln und Spiesen, welche nach Verschiedenheit der im Krystallisiren begriffenen Materien verschieden geformt sind, wie sich schon aus Ledermueller's [2] zahlreichen mikroscopischen Beobachtungen ergeben hat. Den Theilchen der unorganischen und organischen Körper kommt also keineswegs einerlei Form zu. Die sphärische Form ist nur für die Partikelchen der organischen Körper charakteristisch (§. 34. 35. 36.).

Die in den Bildungssäften der Pflanzen und Thiere nachgewiesenen Kügelchen, so wie die sphärischen Theilchen der festen Gebilde, welche mit Hülfe des Mikroscops von vielen Beobachtern und auch von Brown wahrgenommen wurden, sind aber nicht als die Ur- oder Grund-Theilchen, oder als die Elementar-Molekülen der organischen Materie anzusehen, wie manche Naturforscher zu behaupten gesucht haben. Needham, Buffon, Bonnet, O. F. Mueller, Wrisberg und mehrere neuere Beobachter, Milne Edwards u. a. haben einen grossen Irrthum begangen, dass sie alle Gewebe der Thiere und Pflanzen als aus gleichartigen sphärischen Theilchen, oder organischen Molekülen zusammengesetzt ausgeben; dass sie die im Nervenmark, in den Muskelfasern, im Zellstoff, in den Drüsen u. s. w. mit Hülfe des Mikroscops wahrgenommenen *Theilchen* ihrer Natur nach für identisch halten; dass sie ferner die in dem Nahrungssafte der Gewächse und im Blute der Thiere vorhandenen Kügelchen als dieselben betrachten, welche in den Geweben zugegen sind; ja dass sie selbst die einfachsten Infusorien als solche Molekülen ansehen, die sich bei der Fäulniss aus den im Zerfallen begriffenen organischen Körpern ablösen, und diese bei der Zeugung durch ihre Vereinigung wieder darstellen. Wäre dies, so ist gar nicht einzusehen, wie so verschiedenartige, mit besonderen Eigenschaften und eigenthümlichen Kräften begabte Gewebe und Organe in den Thieren und Pflanzen aus den ihrer Natur nach identischen und gleichartigen, sphärischen Molekülen entstehen können. Wir dürfen die in den flüssigen und festen Theilen der organischen Körper mit Hülfe des Mikroscops wahrnehmbaren Kügelchen nicht als die Grund- oder Elementar-Molekülen der organischen Materie ansehen, die bis jetzt durch die Sinne, auch selbst

Digitized by Google

durch die bewaffneten nicht, erkannt worden sind. Wir müssen sie vielmehr für bereits organisirte Theilchen der organischen Materie halten, welche sich aus dieser gebildet haben. Sie selbst sind in den flüssigen und festen Theilen nach deren Beschaffenheit sehr verschieden, und sind verschiedenartige Erzeugnisse der im Bilden begriffenen organischen Materien. Dafür spricht, dass sie zufolge mikrometrischer Messungen eine sehr verschiedene Grösse zeigen. Ferner ist die Form und Grösse der Blutkügelchen in verschiedenen Thieren höchst verschieden, woraus erhellet, dass diese nicht die Elementar-Formtheilchen der organischen Materie seyn können. Auch die in den Nerven, Muskeln, Drüsen und im Zellstoff der Thiere, sowie in den verschiedenen Gebilden der Pflanzen vorhandenen Kügelchen sind ihrer Natur nach verschieden. Im flüssigen Eyweissstoff, Pflanzenschleim, Zucker und Amylum lassen sich noch keine Kügelchen erkennen. Endlich findet man sie auch nicht in der Materie, die beim Zerfallen eines älteren organischen Körpers sich im Wasser löst. In dieser erscheinen sie erst als die einfachsten Infusorien, als Monaden, wenn die gelöste Materie unter dem Einflusse günstiger äusserer Einflüsse sich wieder zu bilden und zu organisiren beginnt.

Die Theilchen, welche man bei der feinen mechanischen Zertheilung unorganischer und organischer Körper wahrnimmt, haben also nicht dieselbe Form, nämlich die sphärische. Diese kommt nur den organisirten Gebilden zu, während die winkelige und eckige den Theilchen der Mineral-Körper eigenthümlich ist. Die Kügelchen in den Geweben der organisirten Körper sind selbst wieder in ihrer Beschaffenheit sehr verschieden.

1) Mikroskopische Untersuchungen über des Herrn Robert Brown Entdeckung lebender, selbst im Feuer unzerstörbarer Theilchen in allen Körpern. Carlsruhe und Freiburg, 1828. 4.

2) Ledermüller hat verschiedene Auflösungen von unorganischen Materien durch Anwendung von Wärme zum Krystallisiren gebracht, und hat den Act des Krystallisirens mit Hülfe des Sonnen-Mikroscops und anderer Vergrösserungsgläser beobachtet. In seiner mikroscopischen Gemüths- und Augen-Ergötzung, Nürnberg 1763. 4. hat er die sich bildenden Krystalle des Grünspahns und *Sal sedativum* Tab. 3. Fig 1. 2., die des Kochsalzes Tab. 6. Fig. 2., Tab. 7., die der Salze

Digitized by Google

des Urins Tab. 15., die des Salmiaks Tab 23., des Salpeters Tab 31., die der Salztheilchen des Burgunder- und Franken-Weins Tab. 43., des Alauns Tab. 57., des Sublimats Tab. 69., die einer Silber-Solution Tab. 99. abgebildet.

§. 569.

Was nun die von Brown an den mechanisch zertheilten, und im Wasser schwebenden Partikelchen *(actives molecules)* unorganischer und mancher organischer Körper beobachteten Bewegungen anlangt, die durch ihre Unregelmässigkeit und scheinbare Selbstständigkeit den Bewegungen der einfachsten Infusions-Thierchen ähnlich seyn sollen, so sind dieselben von denen der letzteren sehr verschieden, wie schon Gleichen [1] bemerkt hat. Die Bewegungen der Infusorien unterscheiden sich zufolge meiner Beobachtungen wesentlich von denen der fein zertheilten und im Wasser schwimmenden Theilchen dadurch, dass sie stets aus einem inneren, selbstthätigen Princip entspringen und nicht mitgetheilte sind. Sie können durch mancherlei Einwirkungen oder Reize verändert, oder selbst schnell getilgt werden, welche auf die Bewegungen der Partikelchen unorganischer Körper oder der sogenannten activen Molekülen Brown's gar keinen Einfluss haben. Die Bewegungen der Punktthiere *(Monas)*, Kugelthiere *(Volvox)*, Scheibenthierchen *(Cyclidium)* u. a., werden durch den Zusatz von Säuren, Salpetersäure, Schwefelsäure, Essigsäure, Blausäure u. a., sowie durch Salze, Kochsalze, schwefelblausaures Kali, Bleizucker, salpetersaures Quecksilber-Oxydul u. a. sogleich aufgehoben, und die Thierchen werden getödtet. Dagegen dauern die Bewegungen der Partikelchen von fein zertheilten unorganischen Materien, zerriebenem Granit, Zinnober, Korunth u. a. in solchen Flüssigkeiten ohne Unterbrechung fort. Setzt man einem Tropfen mit Aufgussthieren etwas Alkohol, Aether, Terpentingeist, ätzenden oder kohlensauren Ammoniak zu, so werden die Bewegungen langsamer, zuweilen drehend, zitternd, und hören bald ganz auf. Dies erfolgt auch schon durch den Dunst dieser Flüssigkeiten, wenn man sie in die Nähe des Tropfens mit Infusorien bringt. Solche Flüssigkeiten heben die Brown'schen Molekular-Bewegungen nicht auf, dieselben werden dadurch vielmehr rascher, und die Theilchen werden durch die

Digitized by Google

eintretenden Verdunstungs-Bewegungen in Strömungen fortgerissen. Wenn man zu einem Tropfen mit Aufgussthieren etwas Wasser bringt, in dem Moschus enthalten ist, so werden ihre Bewegungen anfangs lebhafter, nach einer Minute sind sie langsamer, die Thierchen drehen sich kreisförmig herum, und endlich hören sie auf sich zu bewegen. Wässerige Opium-Auflösung macht die Bewegungen der Aufgussthiere träger und hebt sie auf. Nach dem Zusatze von Kampfer entstehen kreisförmige Bewegungen, die Thierchen überschlagen sich und sterben. Diese Substanzen haben auf die Bewegungen der Molekülen unorganischer Körper keinen Einfluss, nur der Kampfer erregt durch seine Verdunstung wirbelnde Bewegungen. Ferner habe ich beobachtet, dass die Bewegungen der Infusorien durch die elektrische Strömung aus den Drähten einer galvanischen Säule, die in einen Tropfen einer Infusion eingebracht sind, getilgt werden. Auch der durch einen Tropfen geleitete elektrische Funken tödtet die Aufgussthiere. Diese Agentien heben die von Brown beschriebenen Bewegungen der unorganischen Molekülen nicht auf, und verändern sie nicht merklich.

Hieraus müssen wir folgern, dass die Ursache und das Princip der Bewegungen der Infusorien, welche durch mancherlei Einwirkungen oder Reize verändert, beschleunigt, langsamer gemacht, oder gar aufgehoben werden, und die auf die Bewegungen der Partikelchen fein zertheilter und im Wasser schwebender unorganischen Körper keinen Einfluss haben, ein anderes seyn müsse, als das, welches diese in Bewegungen versetzt. Die Bewegungen der Infusorien erfolgen ferner viel lebhafter, mannigfaltiger und in den verschiedensten Richtungen. Sie durchfahren das Sehfeld unter dem Mikroscop mit einer Schnelligkeit, die man nie an den Partikelchen unorganischer Körper bemerkt. Sie bewegen sich nach allen Seiten, fahren hin und her, drehen sich, überschlagen sich, und kreisen mit einer verschiedenen Geschwindigkeit. Bald ruhen sie, bald sind sie in den lebhaftesten Bewegungen begriffen. Die Bewegungen unorganischer und lebloser Partikelchen dagegen sind meistens sehr langsam und träge, schwach drehend, und auf eine kleine Fläche des Sehfelds beschränkt.

Digitized by Google

Die von Brown beobachteten Bewegungen der Theilchen werden denselben theils durch Strömungen und Bewegungen der Flüssigkeit, in der sie enthalten sind, mitgetheilt, theils sind sie die Wirkung einer zwischen Theilchen bestehenden Attraction und Repulsion, so wie durch hygrometrische und Capillar-Thätigkeit, oder selbst durch Luft hervorgebracht, die bei der Lösung der Theilchen im Wasser entweicht, und ihnen eine Bewegung mittheilt. Untersucht man einen Tropfen Flüssigkeit mit solchen Partikelchen unter dem Mikroscop, in dessen Nähe man einen Tropfen einer schnell verdunstenden Flüssigkeit, Weingeists oder Aethers, gebracht hat, so sieht man die Flüssigkeit mit den Molekülen durch den Dunst derselben, wie durch einen Wind in Bewegung versetzt. Für den Einfluss einer im Wasser selbst eintretenden Verdunstung auf die Bewegungen der Theilchen spricht, dass sie lebhafter bei hoher Temperatur der umgebenden Luft als bei niederer erfolgen. Durch den Zusatz einer schnell verdunstenden Flüssigkeit, z. B. Alkohols, Aethers, Kampfergeistes, zu dem unter dem Mikroscop befindlichen Tropfen mit Molekülen werden ihre Bewegungen sehr beschleunigt. Hiegegen hat zwar Brown den Einwurf gemacht, dass die Bewegungen der Molekülen auch selbst dann fortdauern, *wenn* die Wasser-Tropfen unter Oel gebracht werden, wobei die Verdunstung nicht statt habe. Gleiches haben Dav. Brewster [2] und Hollard [3] beobachtet. Dagegen aber spricht, dass Wassertropfen unter Oel ebenfalls, wiewohl langsam zu verdunsten scheinen, indem sie allmählig kleiner werden und endlich verschwinden. Manche flüchtige Theilchen, wie fein gepulverter Kampfer, in Wasser gebracht, gerathen in Folge der Verdunstung in schnelle Bewegungen.

Durch das Nasswerden oder Anfeuchten trockner Theilchen, der vertrockneten Pollenkörner, der Asche verbrannter Körper, fein gepulverter Salze, werden Bewegungen hervorgebracht, durch das Aufnehmen von Wasser mittelst ihrer Capillarität und das Entweichen von Luft aus ihren Poren. Bei der im Wasser erfolgenden Auflösung von gepulvertem Zucker, Kochsalz und anderen Salzen, sah ich in den unter dem Mikroscop befindlichen Tropfen Luftbläschen entweichen, welche die Theilchen so lange mit

Digitized by Google

sich fortrissen, bis sie vollständig gelöst waren. Zu den Lösungs-Bewegungen sind namentlich die zu zählen, welche Brown an den Molekülen des Arseniks und der Salztheilchen der Asche verbrannter organischer und unorganischer Substanzen wahrnahm. Bei der Vermischung zweier heterogener Flüssigkeiten, Wasser mit Weingeist, Aether, Säuren, nimmt man immer Bewegungen wahr, die sich auch den darin schwebenden Theilchen organischer oder unorganischer Körper mittheilen.

Alles dies berechtigt zu dem Schlusse, dass die Bewegungen der Aufgussthiere von denen fein zertheilter und im Wasser schwebender Partikelchen verschieden sind, und dass sie als organische oder vitale betrachtet werden müssen, während die der letzteren nur durch sogenannte todte oder physische Kräfte bewirkt werden.

1) Abhandlung über die Samen- und Infusions-Thierchen. Nürnberg 1778. 4. S. 7. Ein Beobachter, der gewohnt ist, Flüssigkeiten mit dem Vergrösserungsglase zu betrachten, wird nicht alle und jeden in derselben herumschwimmenden Körper sogleich für belebte Wesen halten. — Gewisse leichte Körper, z. B. trockner und leichter Blumenstaub, mit starkem Weingeist vermengt, könnten einen Beobachter, der die Samen- und Infusionsthierchen nicht oft genug gesehen, und nicht Achtung gegeben hätte, dass sie sich einander ausweichen, oder auch, wie ich etlichemal gesehen habe, gleichsam spielend mit einander fortgehen, verblenden, diese Staubkörnchen für Thierchen zu halten. Da die Bewegung dieser Körner von einer ganz anderen Art ist, als die thierische, nämlich ausserordentlich schnell und stossend, und dieselben, wie Kügelchen um ihre Achse herumgerissen werden, ja auch öfters an einander stossen und zurückprellen, so lässt sich auch hier nicht vermuthen, dass eine Erscheinung dieser Art, ein geübtes Auge betrügen werde

2) *Observations relative to the motions of the Molecules of Bodies; in the Edinbourg Journal of Science. Apr.* 1829. *p.* 215.

3) *The Quaterly Journal of Science. July to Sept.* 1829. *p.* 162.

§. 570.

Obige Untersuchungen nöthigen uns, die Bewegungen der in dem Nahrungs-Safte der Thiere und Pflanzen enthaltenen Kügelchen, so wie die an den Samenthierchen, den Keimkörnern der Polypen und Conferven wahrgenommenen Bewegungen, mit den früher genannten Naturforschern, für vitale zu halten. Diesen organisirten Theilchen,

Digitized by Google

als den ersten Producten der bildenden Thätigkeit der organischen Materie, welche zur Bildung, Ernährung und zum Wachsthum der festen Theile der Einzelwesen und zur Hervorbringung neuer Wesen verwendet werden, und die diesen stets vorausgehen, kommt organische Beweglichkeit zu. Sie scheinen gleich bei ihrem ersten Entstehen mit Reizbarkeit begabt zu seyn, denn ihre Bewegungen werden bei Reizen mancherlei Art verändert, beschleunigt oder langsamer gemacht, oder gar aufgehoben, welche auf die von Brown beobachteten Molekular-Bewegungen keinen Einfluss haben. Veränderlichkeit der Bewegungen nach Reizen ist bei den sogenannten Samenthierchen (§. 463.) und den Saftkügelchen der Pflanzen (§. 483.) als erwiesen anzusehen, und solche ist bei den Blutkügelchen sehr wahrscheinlich. So lang die Kügelchen des Safts der Gewächse und des Bluts innerhalb der lebenden Räume der Gefässe enthalten sind, scheinen sie eine Art Repulsion gegen einander auszuüben, und sie bleiben getrennt. Werden die Säfte aber den Gefässen entzogen, so vereinigen sich die Kügelchen bald und es tritt Gerinnung ein. Bei dem Zusatze von Säuren hat man an den in der Gerinnung begriffenen Kügelchen schwache zuckende Bewegungen wahrgenommen.

Wie jene organisirte Theilchen der einfachsten Art die Bewegungen ausüben, ist gänzlich unbekannt. Vielleicht werden sie durch eine schwache Zusammenziehung und Ausdehnung ihres organischen Stoffs bewirkt, die bis jetzt bei der Kleinheit dieser Körperchen nicht wahrgenommen wurden, aber freilich selbst wieder einer Erklärung bedürfen. Dutrochet hat versucht, die Bewegungen aus der Endosmose und Exosmose, bewirkt durch elektrische Strömungen, zu erklären. Wogegen sich einwenden lässt, dass es eine unerwiesene Annahme ist, dass die Kügelchen mit Flüssigkeiten gefüllte Bläschen sind. Die Blutkügelchen wenigstens bestehen offenbar aus einem Keim fester Materie. Eben so wenig ist eine in den Kügelchen stattfindende elektrische Strömung erwiesen. Demnach müssen wir es dahin gestellt seyn lassen, ob ihnen, wie mehrere Physiologen angenommen haben, eine eigenthümliche bewegende Kraft zukommt, welche Kielmeyer Propulsionskraft genannt hat.

Digitized by Google

Organische Contractilität.

§. 571.

Die Eigenschaft der festen Theile der Thiere und Pflanzen, unter verschiedenen Verhältnissen und bei der Einwirkung von Reizen, in Bewegung zu gerathen, welche sich durch Zusammenziehung, Verkürzung und Verdichtung der ihnen zum Grunde liegenden Gewebe äussert, wollen wir im Allgemeinen durch den Namen des organischen oder lebenden Contractions-Vermögens bezeichnen. Es unterscheidet sich von der Elasticität dadurch, dass es nicht in mechanischen Ursachen, sondern in der organischen Beschaffenheit der ernährten festen Theile begründet ist, und dass bei den Einflüssen, welche dieses Vermögen in Thätigkeit versetzen, organische Veränderungen in den gereizten Theilen statt haben. Mit dem Aufhören des Ernährtseyns der contractilen Theile erlöscht ihr lebendes Contractions-Vermögen, während die Elasticität in den leblosen Theilen noch so lange fortbesteht, als das ihnen durch das Leben ertheilte organische Gefüge nicht durch Fäulniss zerstört ist.

Die organische Contractilität bietet in den festen Theilen der Thiere und Pflanzen nach Verschiedenheit der Textur und deren vitalen Eigenschaften, so wie hinsichtlich der Einflüsse oder Reize, welche sie zur Action bestimmen, Verschiedenheiten dar. Die verschiedenen Arten der Contractilität wollen wir in ihren Erscheinungen und Aeusserungen näher betrachten und ihnen verschiedene Namen beilegen.

1) *Muskel-Contractilität.*

§. 572.

Die den Muskeln inhärirende Eigenschaft, durch Reize der verschiedensten Art (§. 434. 444.) in Bewegungen versetzt zu werden, bezeichnen wir durch den Namen Muskel-Contractilität oder Muskelkraft. Sie entspricht Haller's Irritabilität, welche Benennung wir nicht beibehalten können, weil die Reizbarkeit eine allen lebenden Theilen zukommende Eigenschaft ist, und nicht den Muskeln aus-

Digitized by Google

schliesslich zugeschrieben werden darf. Die Bewegungen der Muskeln unterscheiden sich von den durch Elasticität und jede andere Art von Contractilität hervorgebrachten Bewegungen, durch lebhafte Oscillationen, die mit deutlicher Verkürzung, Verdichtung, Faltung und Schlängelung, und darauf erfolgender Ausdehnung, Erschlaffung und Streckung ihrer Fasern und Bündel (§. 435.) verbunden sind. Die die Oscillationen erregenden Reize, so verschiedenartig sie auch sind, und die in Folge ihrer Einwirkung eintretenden Bewegungen der Muskeln scheinen immer durch den lebenden Einfluss des Nervensystems (§. 443. 446.) bedingt zu seyn. Sattsam erwiesen ist es, dass die Reize, welche die willkührlich wirkenden Muskeln in Thätigkeit versetzen, im Nerven-Apparat und zwar in den Anhäufungen der Nerven-Substanz hervorgebracht, und durch die in die Zusammensetzung der Muskeln eingehenden Nerven-Zweige fortgeleitet werden. Da die Muskeln, welche auf automatische Weise durch Säfte-Reize in Contraction versetzt werden, wie das Herz und die Muskelhäute, gleichfalls Nerven erhalten, so ist es wahrscheinlich, dass auch hier die Reize zunächst mittelst der Nerven wirken, oder dass doch gleichzeitig mit der Reizung eine Veränderung in den Nerven statt hat, ohne welche die Oscillation in den Muskel-Fasern nicht eintreten kann. Die Contractilität der Muskeln wird ferner unter allen Arten der Contractilität anderer Gebilde, am leichtesten durch elektrische Strömungen, welche ihre Nerven oder die Muskeln lebender, oder so eben getödteter Thiere treffen, in Thätigkeit gesetzt.

§. 573.

Die Muskel-Contractilität ist in der eigenthümlichen Beschaffenheit, der Organisation und organischen Mischung der Muskeln begründet, die ihnen durch die Bildungsthätigkeit bei der Hervorbringung der Muskeln ertheilt wird. Das Fortbestehen dieser Kraft in den einmal gebildeten Muskeln ist abhängig von den Vorgängen des Ernährens, der Assimilation, dem Athmen, der Saftbewegung und dem Acte der Ernährung selbst, so wie von dem lebenden Einflusse des Nerven-Systems, und sie ist nach Umständen veränderlich, die früher (§. 439. 440. 443.) geschildert

Digitized by Google

worden sind. Wie diese Kraft wirkt und wie sie durch Reize zur Thätigkeit bestimmt wird, ist noch nicht erforscht. Blosse Hypothesen (§. 447.) sind bis jetzt hierüber aufgestellt worden.

§. 574.

Die Muskel-Contractilität ist eine den lebenden Muskeln der Thiere allein zukommende Eigenschaft, welche den Gewächsen, in denen weder Muskelfasern noch den Nerven ähnliche Gebilde nachgewiesen sind, gänzlich abzugehen scheint. Diese Kraft befähigt die eine zusammengesetzte Organisation darbietenden Thiere mittelst Reizen, welche im lebenden Nerven-Apparat hervorgebracht werden, sich willkührlich zu bewegen und sich selbst zu Bewegungen zu bestimmen, welche nach dem Baue und der Anordnung ihrer Bewegungs-Organe verschieden ausfallen (§. 451.). Die Contractilität der in die Zusammensetzung der Apparate der Verdauung, des Athmens, des Blut-Umlaufs, der Sekretions-Organe und der Zeugungs-Werkzeuge eingehenden Muskeln wird durch Säfte- und Nerven-Reize, auf automatische Weise, in Thätigkeit versetzt. Dadurch werden Bewegungen hervorgebracht, welche für die Ausübung der Ernährungs- und Zeugungs-Verrichtungen wesentlich nothwendig sind, und von denen das Fortbestehen und die Erhaltung der Einzelwesen für eine gewisse Zeit, und die Dauer der Arten abhängig ist (§. 450. 452.).

2) *Contractilität der Infusorien und gallertartigen Thiere.*

§. 575.

Die Bewegungen der Infusorien (§. 454.) und gallertartigen Thiere, der Polypen des süssen Wassers und des Meeres (§. 455.), der Quallen (§. 456.), und unter den Eingeweidewürmern, der Saugwürmer und mancher Blasenwürmer (§. 457.), scheinen durch langsame und abwechselnd erfolgende Zusammenziehung und Ausdehnung ihrer schleimstoffartigen Substanz vollzogen zu werden [1]. Spuren der Contraction und Expansion habe ich mit Hülfe des Mikroscops, bei sehr bedeutender Vergrösserung, selbst an mehreren der einfacheren Infusorien, an Kugelthieren

Digitized by Google

(Volvox) und Scheibenthieren *(Cyclidium)*, wahrgenommen. Alle diese Thiere sind reizbar, und lassen sich durch äussere Reize verschiedener Art, mechanische und chemische, und das elektrische Fluidum, zu Bewegungen bestimmen. Sie sind ferner im Stande, obgleich keine Nerven-Substanz, in einem fadigen Nerven-System zusammengetreten, nachgewiesen ist, sich durch innere Thätigkeit zu bewegen, und folglich durch Reize, die sie selbst hervorbringen. Sind solche Thiere nicht an Gegenstände befestigt, wie die Infusorien, Räderthiere, Seefedern und Quallen, so können sie durch Schwimmen oder Kriechen, ohne äusseren Impuls, den Standort ändern. Auch den Hydern kommt Locomotivität zu. Andere Polypen, wie die Vorticellen, Sertularien, Lobularien, Tubiporen, Madreporen, Gorgonien u. a., die an einem gemeinschaftlichen horn- oder kalk-artigen, und unbeweglichen Gerüste festsitzen, können zwar den Standort nicht verlassen, doch bewegen sie ihren Körper und die Fühlfaden durch innern Antrieb in verschiedenen Richtungen und mit verschiedener Schnelligkeit. Mittelst Bewegungen der Fangarme ergreifen sie ihre Nahrung und führen dieselbe zum Munde. Durch eigenmächtige und mit grösserer Lebhaftigkeit vollzogene Bewegungen unterscheiden sich diese Thiere von den Conferven, Tremellen und Oscillatorien, denen das Vermögen sich durch innern Antrieb, und in beliebigen Richtungen zu bewegen, abgeht. Von den Muskel-Bewegungen sind sie darin verschieden, dass sie nicht durch Zusammenziehung und Ausdehnung von Fasern ausgeübt werden, und nicht mit deutlichen Oscillationen, schnellen Krümmungen und Streckungen verbunden sind. Dieser Art von Contractilität wollen wir den Namen der Contractilität der gallertartigen Thiere beilegen.

1) Dutrochet (a. a. O. p. 182.) hat kein Bedenken getragen den Infusorien den Charakter der Animalität abzusprechen, und ihre Bewegungen für blosse Wirkungen der durch elektrische Strömungen hervorgebrachten Endosmose und Exosmose auszugeben. Hätte er die so mannigfaltigen Bewegungen der Infusorien zum Gegenstande einer genauern Beobachtung gemacht, so würde er es nicht gewagt haben, eine solche unerwiesene Behauptung auszusprechen.

Digitized by Google

3) *Contractilität der Conferven, Tremellen und Oscillatorien.*

§. 576.

Schwache Bewegungen äussern die Conferven, Tremellen und Oscillatorien, welche in einem langsamen Aufrichten und Niederlegen, in einem pendelartigen Hin- und Her-Schwingen, in Krümmungen, Schlängelungen und spiralförmigen Drehungen der Faden (§. 474.) bestehen. Die Bewegungen werden durch äussere Einflüsse verändert. Wärme und Sonnenlicht beschleunigen sie, Kälte und Mangel des Lichts machen sie langsamer. Durch den Zusatz von Säuren, Alkalien, Salzen und Weingeist zu dem Wasser, in dem sich solche einfache Pflanzenformen befinden, werden die Bewegungen aufgehoben. Unverkennbar kommt ihnen also Reiz-Empfänglichkeit zu, eben hierdurch, sowie durch die Veränderlichkeit der Bewegungen bei Reizen, unterscheiden sie sich von den Molekular-Bewegungen Brown's, die durch Einflüsse obiger Art nicht verändert und aufgehoben werden. Dies berechtigt uns, sie für vitale Bewegungen zu halten. Wie sie vollzogen werden ist nicht erforscht, doch ist es wahrscheinlich, dass sie in einer abwechselnden und langsam erfolgenden Zusammenziehung und Ausdehnung ihrer gleichförmigen Substanz oder der diese zusammensetzenden Kügelchen bestehen. Von den Bewegungen der Infusorien und gallertartigen Thiere sind sie darin verschieden, dass sie allein durch äussere Reize erregt zu werden scheinen, und dass ihnen alle Spur von Spontaneität abgeht, die bei jenen nicht zu verkennen ist. Sie vermögen nicht den Standort durch eigene Thätigkeit zu ändern. Wir wollen diese Art der organischen Beweglichkeit durch den Namen der vegetabilischen Contractilität der einfachsten Gewächse bezeichnen.

4) *Contractilität des Zellstoffs, der Gefässe und anderer nicht muskulöser Gebilde der eine zusammengesetzte Organisation zeigenden Thiere.*

§. 577.

Bewegungen, durch langsame Zusammenziehung und Verkürzung sich äussernd, mit nicht merklicher oder nur

Digitized by Google

sehr schwach erfolgender Ausdehnung und Erschlaffung abwechselnd, und nicht mit deutlichen Oscillationen wie an gereizten Muskeln verbunden, kommen an vielen thierischen Theilen vor (§. 460.), die nicht muskulöser Natur sind. Zu diesen gehören der Zellstoff und alle Häute, denen dieses Gewebe zum Grunde liegt, desgleichen die Lederhaut, die Blutgefässe, die Saugadern, die Ausführungsgänge der Drüsen, und selbst die fibrösen Gebilde. Alle diese Theile sind während des Lebens mit der Eigenschaft begabt, sich zu verkürzen, zusammenzuziehen und zu verdichten, wenn sie auf irgend eine Weise ausgedehnt sind, und die die Ausdehnung bewirkende Ursache entfernt wird. Die mit Blut gefüllten Arterien und Venen, die durch den eingesaugten Chylus und die Lymphe ausgedehnten Saugadern, und die durch die abgesonderten Säfte in Expansions-Zustand versetzten Ausführungsgänge der Drüsen bestreben sich ferner zu verengern und einen kleinern Durchmesser anzunehmen, wodurch den in ihnen enthaltenen Säften Bewegung mitgetheilt wird. Der Grad der Ausdehnung aller mit Flüssigkeiten gefüllter Kanäle steht mit der Menge derselben im Verhältniss. Sind diese reichlich vorhanden, so sind die Gefässe und Ausführungsgänge sehr ausgedehnt. Wird die Menge der Flüssigkeiten vermindert, so nehmen die Gefässe einen kleinern Durchmesser an. Bei allen Thieren ändert sich die Capacität der Blutgefässe mit Vermehrung oder Verminderung der Blutmasse. Werden die Gefässe angestochen oder verletzt, so treiben sie mit Kraft ihre Flüssigkeiten in einem Sprunge aus, und ihr Durchmesser verkleinert sich. Auffallender treten diese Erscheinungen ein, wenn die Gefässe vor dem Anstechen unterbunden und durch die Säfte in einem hohen Grade ausgedehnt sind.

Die Eigenschaft des Zellstoffs, der verschiedenen Häute, der Gefässe und Ausführungsgänge, sowie der fibrösen Gebilde, sich während des Lebens zu verkürzen, wenn sie ausgedehnt sind, und das Bestreben der Gefässe sich zu verengern und die enthaltenen Flussigkeiten auszutreiben, ist von vielen Physiologen beobachtet worden. Einige haben sie irriger Weise für eine Wirkung der Elasticität, andere für eine Wirkung der Muskel-Contractilität gehalten.

Digitized by Google

§. 578.

Haller, der die Zusammenziehung und Verkürzung jener Theile sehr wohl von den Wirkungen der Muskel-Irritabilität unterschied, beging den Irrthum sie für einen blossen Effect der Elasticität auszugeben, und schrieb selbst todten Körpern, wie Leder, Hanfstricken und Darmsaiten ein ähnliches Contractions-Vermögen zu. Gegen diese, von vielen seiner Anhänger vertheidigte Behauptung spricht, dass die Eigenschaft des Zellstoffs, der Häute, Gefässe und Ausführungsgänge sich auf die Art, wie im Leben, zu verkürzen und zusammen zu ziehen, mit dem Eintritt des Todes und mit Aufhebung ihrer Ernährung verschwindet. Niemals zieht sich der Zellstoff und die Lederhaut an Leichnamen nach gemachten Einschnitten so zusammen und die Wundränder klaffen nicht auf die Weise, wie an verwundeten lebenden Thieren. Die Arterien sind im Tode offen, und sie contrahiren und verengern sich im Durchmesser nicht, wenn sie durchschnitten werden, wie es im Leben der Fall ist. Werden Arterien, Venen und Saugader-Stämmchen in todten Thieren getrennt, so springen ihre Enden nicht so weit aus einander, wie in lebenden Thieren. Solches hat auch an durchschnittenen Ausführungsgängen nicht statt, die erschlafft und zusammengesunken sind, während sie sich im Leben von einander entfernen und verengern. Allen diesen Theilen kommt in todten Thieren nur Elasticität zu. Werden sie aus ihrer Lage gebracht, so springen sie in diese zurück. Sie sind aber nicht mehr mit einem lebenden Contractions-Vermögen begabt, sie verkürzen und verengern sich nicht durch eigene Thätigkeit, ohne Anwendung einer mechanischen Gewalt. Die jenen Theilen im Tode noch inhärirende Elasticität, in der organischen Beschaffenheit der Gewebe begründet, wird gleichfalls zerstört, sobald ihr organisches Gefüge durch die eintretende Fäulniss aufgehoben ist.

§. 579.

Einige Physiologen, van Doeveren, Verschuir, Zimmermann u. a., haben die Zusammenziehung und Verkürzung der Gefässe und anderer contractilen Gebilde für Aeusserungen der Muskel-Contractilität gehalten. Sie sind durch

Digitized by Google

die Wirkung mancher chemischen Agentien, besonders der Mineralsäuren, auf die Gefässe irre geleitet worden. Schon Haller [1] zählte mit Recht die mit Mineralsäuren angestellten Versuche und deren Wirkungen zu denjenigen, welche nichts für das Vorkommen der Muskel-Contractilität beweisen, weil sie sowohl auf todte wie auf lebende Theile, Zellstoff, Gefässe, Nerven, Sehnen und Häute wirkend, in diesen Bewegungen durch chemische Veränderungen hervorbringen. Genaue Untersuchungen über diesen Gegenstand verdanken wir Bichat [2]. Er fand, dass thierische Gebilde, im Tode wie während des Lebens, der Wirkung des Feuers oder der concentrirten Mineralsäuren, der Schwefelsäure, Salpetersäure, Salzsäure, ausgesetzt, sich in Folge der eintretenden Corrosion zusammenziehen, auf verschiedene Weise runzeln und einschrumpfen, welche Bewegungen aber nicht für Lebens-Aeusserungen zu halten seyen. Auch ich habe wahrgenommen, dass Arterien, Venen, Nerven und Häute, die Jahre lang in Weingeist aufbewahrt waren, bei der Befeuchtung mit Schwefelsäure, sich zusammenzogen und Bewegungen zeigten, die denen der Muskeln ähnlich waren.

Abgesehen von dieser chemischen Wirkung des Feuers und der Mineralsäuren, ist es durch viele Versuche erwiesen, dass die mit einem lebenden Contractions-Vermögen begabten Gebilde, der Zellstoff, die aus demselben gebildeten Häute, die Gefässe, die Ausführungsgänge der Drüsen, die Lederhaut und die sehnigen Theile nicht durch alle Reize, welche in lebenden Muskeln Contractionen hervorbringen, in Thätigkeit versetzt werden. Mechanische Reize, das Berühren der Theile mit der Spitze einer Nadel, das Befeuchten mit Weingeist, Alkalien und verdünnten Säuren, erregen am Zellstoff, an den Gefässen, Ausführungsgängen und sehnigen Theilen keine solche Zusammenziehung wie an blossgelegten Muskeln. Auch die Reibungs- und Contact-Elektricität bringt keine merklichen Wirkungen hervor. Wir dürfen daher die contractilen Erscheinungen dieser Gebilde nicht mit den Bewegungen gereizter Muskeln verwechseln.

1) *Oper. min. T.* 1. *p.* 403. *Sect.* 17. *Experimenta, quae nihil pro irritabilitate demonstrant.*

2) Allgemeine Anatomie. B. 1. Abth. 1. S. 36.

Digitized by Google

§. 580.

Mehrere Physiologen, welche die an obigen Gebilden vorkommenden Bewegungen sowohl von den Wirkungen der Elasticität als der Muskel-Contractilität unterschieden, hielten sie für Lebens-Aeusserungen eigenthümlicher Art. Die Eigenschaft jener Theile sich zu bewegen nannte Stahl [1] *Tonus*. Unter diesem oder ähnlichen Namen wurde sie von Whytt [2], Cullen, Bordeu [3], Grimaud [4], Barthez [5], Chaussier [6] u. a. aufgeführt. Blumenbach [7] hat sie Spannkraft oder Contractions-Vermögen des Zellgewebes genannt. Bichat [8] hielt die angeführten Bewegungen zum Theil für Aeusserungen einer den Organen und Geweben inhärirenden, von der Elasticität verschiedenen Eigenschaft, die von der Anordnung der Theilchen in den Geweben, oder in der Textur der Organe begründet, aber von dem Leben unabhängig sey. Der Tod hebe diese Eigenschaft nicht auf, indem sie in den Organen so lange bestehe, als sie nicht in Fäulniss übergegangen seyen. Ihre Energie werde jedoch durch das Leben verstärkt. Dies ist seine Contractilität der Gewebe *(Contractilité de tissu)*. Andern Theils sah er jene Bewegungen als Wirkungen einer vitalen Eigenschaft an, welche er von der Muskel-Contractilität unterschied, und verborgene oder unmerkliche Contractilität *(Contractilité organique insensible, Contractilité par defaut d'extension)*, oder tonische Kraft nannte. Durch diese Kraft sollen die Organe auf das ihnen zugeführte Blut bei der Ernährung und Absonderung wirken, durch sie werde das Blut in den feinen Gefässen bewegt, und durch sie erfolge auch die Bewegung der abgesonderten Säfte in den Ausführungsgängen. Bichat hat die Wirkungen dieser beiden vermeintlichen Eigenschaften vielfach unter sich und mit denen der Elasticität verwechselt.

Die Annahme einer von der Elasticität verschiedenen Contractilität in den Geweben und Organen nach dem vollständigen Erlöschen des Lebens ist unstatthaft. Aber eben so irrig ist es mit einigen neuern Physiologen, namentlich Bostock [9], alle Erscheinungen von Zusammenziehung und Verkürzung an lebenden thierischen Theilen, die nicht durch Muskeln hervorgebracht werden, für blosse Wirkungen der Elasticität zu halten.

Digitized by Google

1) *Dissertatio de motu tonico vitali. Jenae* 1692. 4. *Theoria medica vera. p.* 662.

2) *Essay on vital and voluntary motions. Sect.* 1. §. 3. *Natural Contraction.*

3) *Recherches sur le tissu muqueux.* §. 70.

4) *Cours complet de physiologie. T.* 1. *p.* 358.

5) *Physiologie. T.* 1. *p.* 144. *Des forces toniques.*

6) *Table synoptique de la force vitale.* Er nennt sie *Force tonique, tonicité, contractilité fibrillaire, organique, force du tissu areolaire, elasticité contractile.*

7) *Institut. physiologiae.* §. 40. 58.

8) Ueber Leben und Tod. B. 1. S. 40. Allgemeine Anatomie. B. 1. Abth. 1. S. 36.

9) *Elementary System of physiology. T.* 1. *p.* 35.

§. 581.

Wir können also nicht in Abrede stellen, dass an mehreren Gebilden thierischer Körper Bewegungen vorkommen, die weder als Wirkungen der blossen Elasticität, noch als solche der Muskel-Contractilität anzusehen sind. Diese Bewegungen eigenthümlicher Art wollen wir tonische nennen, und die sie bewirkende Kraft durch den Namen der Spannkraft oder der Contractilität des Zellstoffs und der nicht muskulösen Theile bezeichnen. Allgemein äussert sich diese organische Kraft durch langsame Zusammenziehung, Verkürzung und Verdichtung der Gewebe der genannten Theile, ohne dass solche Oscillationen wie an gereizten Muskeln bemerkbar sind. Von der Muskel-Contractilität unterscheidet sie sich ferner dadurch, dass sie sich nicht durch das elektrische Fluidum und durch Nerven-Reizungen zu merklicher Thätigkeit bestimmen lässt. Doch kann sie durch mancherlei Einwirkungen, besonders Wärme und Kälte, den Einfluss der Luft und selbst einige andere Reize erregt werden. Ferner zeigt sich die Contractilität nach der Entwickelung und dem Alter der Thiere, nach Einflüssen, welche den Ernährungs-Zustand ändern, sowie in Krankheiten veränderlich.

§. 582.

Die Contractilität der genannten Theile und die durch sie bewirkten Bewegungen sind für die Ausübung mehrerer Verrichtungen und für die Erhaltung des Lebens von gros-

Digitized by Google

ser Wichtigkeit. Durch das Bestreben der Wandungen der Saugadern, sich gegen die eingesaugten Flüssigkeiten zu verengern, werden diese von den Zweigen und Aesten in das Blutgefäss-System fortbewegt. Die Contractilität der Arterien (§. 262.) und der Venen (§. 264.) hat einen wesentlichen Antheil an dem Blutumlauf, ja in Thieren ohne Herz (§. 276. 277.) wird das Blut wohl vorzüglich durch die Zusammenziehung der Gefäss-Wandungen bewegt. Allen abgesonderten und in die Ausführungsgänge der Drüsen ergossenen Säften werden durch die contractilen Wandungen der Kanäle Bewegungen mitgetheilt, welche sie bestimmen, sich von den Wurzeln durch die Zweige, Aeste und Stämme der Ausführungsgänge auf die Häute und in die Kanäle zu ergiessen, in die sie einmünden. Ohne eine lebende, durch Verengerung und Zusammenziehung sich äussernde Reaction der Wandungen der Ausführungsgänge gegen die enthaltenen Säfte ist nicht wohl zu begreifen, was sie in Bewegung versetzt und was sie nöthigt oft gegen ihre Schwere zu strömen. Die Spannkraft der fibrösen Gebilde, der Bänder, Faserknorpel und wahren Knorpel befördert die Bewegungen der Gelenke.

5) *Contractilität der Gefäss-Pflanzen.*

§. 583.

Alle Gefäss-Pflanzen sind mit Reizbarkeit begabt. Sie werden durch Reize zur Entwickelung und Ernährung, und zu den mit diesen Vorgängen verbundenen innern Bewegungen bestimmt. Die Gefässe der Pflanzen, sowohl diejenigen, welche den rohen Saft in den Wurzeln durch Einsaugung aufnehmen, und im Stamme oder Stengel durch die Aeste und Zweige zu den Blättern leiten, als auch diejenigen, welche den in den Blättern durch die Vorgänge des Athmens bereiteten Nahrungs-Saft wegführen und den Theilen zum Behufe des Ernährens und Bildens zuleiten, scheinen mit einem lebenden Contractions-Vermögen begabt zu seyn. Die Gefässe werden durch den in den Wurzeln eingesaugten Saft gefüllt und sie wirken wahrscheinlich durch langsame Zusammenziehung und Verengerung gegen den Saft zurück, wodurch diesem Bewegung mitge-

Digitized by Google

theilt wird. Hiefür spricht das reichliche Ausfliessen des aus den Wurzeln aufsteigenden Safts bei Verletzung des Stamms und der Zweige, welches nach den von Hales' Walker, Mirbel, Chevreul u. a. gemachten Versuchen (§. 284.) mit so grosser Schnelligkeit und Kraft erfolgt, dass dabei eine lebende Rückwirkung von Seiten der Gefäss-Wandungen und ein dem Safte ertheilter Impuls zur Bewegung nicht zu verkennen ist. Don und Barbieri (§. 486.) wollen ferner an den Gefässen Bewegungen, durch Zusammenziehung sich äussernd, wahrgenommen haben. Erwiesen ist es ausserdem, dass die Schnelligkeit der Saftbewegung durch mancherlei äussere Einflüsse oder Reize, welche die Pflanzen treffen und deren Wirkungsart nicht mechanisch ist, beschleunigt wird (§. 285. 288.). Endlich lässt sich zu Gunsten dieser Ansicht die Wirkung verschiedener Gifte auf lebende Pflanzen anführen, welche die Saft-Bewegung aufheben. So sah Goeppert [1], dass aus den verletzten Zweigen von *Euphorbia esula*, *villosa*, *uralensis*, *glaucescens*, *Chelidonium majus*, *Rhus typhinum*, *Chondrilla juncea*, *Hypochoeris radicata*, *Lactuca perennis*, *Leontodon taraxacum* u. a., die er in Blausäure gesetzt hatte, kein Saft ausfloss; woraus er folgerte, dass die Gefässe durch die Wirkung dieses Gifts ihrer Contractilität oder des Vermögens beraubt würden, den Saft fortzutreiben. Demnach können wir die Ursache der Saftbewegung in den Gewächsen nicht für die Wirkung der Capillarität, noch irgend einer blossen physischen Kraft halten, die durch Gifte nicht geändert wird. Auch Dutrochet's [2] Annahme, dass die Bewegung des Safts durch Endosmose und Exosmose vollzogen werde, halten wir für eine unerwiesene Hypothese, die sich mit der Wirkung der Gifte ebenfalls nicht zusammenreimen lässt. Wir müssen dies Bewegen des Safts vielmehr als einen Lebensact ansehen, der sich, nach obigen Erfahrungen zu schliessen, durch langsame Zusammenziehung und Verengerung der Gefässe äussert, wodurch dem Safte ein Impuls zur Bewegung ertheilt wird.

1) A. a. O. p. 15.
2) A. a. O. p. 161.

Digitized by Google

§. 584.

Die Bewegungen der Blätter, die Wiederannahme ihrer Stellung, wenn sie aus derselben durch eine mechanische Gewalt gebracht sind (§. 488. 489.), ihr Aufrichten, Entfalten und Ausbreiten am Tage, und ihr Senken und Zusammenfalten in der Nacht (§. 490. 491.), womit ein verändertes Strömen des Safts und ein verschiedener Zustand von Turgescenz unter dem Einflusse der Wärme und des Lichts verbunden ist (§. 492), scheinen gleichfalls durch einen gewissen Grad von Contractilität ihrer Gefässe und ihres Zellengewebes bewirkt zu werden (§. 493.) Hiefür spricht die Spannung und Rigidität, die man an den Blättern wahrnimmt. Ferner lässt sich zu Gunsten dieser Meinung anführen, dass das Bewegungs-Vermögen der Blätter nach den von Schuebler, Zeller und Goeppert angestellten Versuchen (§. 493.), durch Gifte, Blausäure, blausaure Salze, Kirschlorbeer-Wasser, sowie durch narkotische Substanzen, Opium, und die *Nux vomica*, die durch die Wurzel aufgesaugt sind, getilgt wird. Auch die bei verschiedenen Einflüssen und Reizen eintretenden Bewegungen der sogenannten Sinnes-Pflanzen (§. 494 bis 502.), mit denen ein verändertes Strömen des Safts und ein verschiedener Grad von Turgescenz und Spannung in den Kanälen der Blattstiele vergesellschaftet ist (§. 504. 505. 506.), scheinen zunächst durch Zusammenziehung der Saftgefässe und des Zellengewebes bei einwirkenden Reizen (§. 507.) verursacht zu werden. Dafür kann die von Hope, Wilson, Linck, Jaeger, Becker, Goeppert, Macaire-Prinsep und Mulder beobachtete Wirkung des Opiums, der Blausäure, des Arseniks, Sublimats und anderer Gifte (§. 503.) angeführt werden, wodurch diese Pflanzen ihr Bewegungs-Vermögen bei angewendeten Reizen verlieren, wenn solche Substanzen durch die Wurzeln eingesaugt, oder unmittelbar auf die Blätter und Wülste der Blattstiele angewendet werden. Auch die Bewegungen der Blumen nach den Tageszeiten, das Heben und Senken der Blüthenstiele, sowie das Oeffnen und Schliessen der Blumen (§. 512. 513.), scheinen von einem veränderlichen Strömen des Safts abhängig zu seyn, welches durch die in Folge von Reizen eintretende Zusammenziehung der Saftgefässe veranlasst wird. Endlich

Digitized by Google

sind die in Folge der Entwickelung oder nach angebrachten Reizen vorkommenden Bewegungen der Staubfaden und Antheren (§. 515. 518. 519.), und die des Pistills und des Stigmas (§. 516. 521.), wohl theils als Wirkungen des Zuströmens des Safts und einer damit verbundenen Turgescenz anzusehen, welche von der Zusammenziehung der den Saft zuführenden Gefässe abhängig ist; theils aber werden sie durch das lebende Contractions-Vermögen des Zellengewebes dieser Theile, welches durch Reize in Thätigkeit versetzt wird, hervorgebracht. Hiefür spricht, dass diese Bewegungen, nach den von Macaire-Prinsep, Goeppert u. a. angestellten Versuchen, durch mancherlei giftige Substanzen aufgehoben werden. Eine gleiche Bewandtniss hat es mit den Bewegungen der Samenkapseln mehrerer Gewächse (§. 523.).

§. 585.

Da an Gewächsen bei verschiedenen Einflüssen und Reizen Bewegungen eintreten, die mit einer veränderten Stellung und Richtung der gereizten Theile verbunden sind, und nicht als Wirkungen der Elasticität angesehen werden können; so sind wir genöthigt den Pflanzen mit De Gorter, Lups, Bonnet [1], Broussonet, J. E. Smith [2], Koelreuter, Medicus, Desfontaines [3], Hedwig [4], Gahagan, von Humboldt [5], Saussure, Brugmans und Coulon, van Marum, De Candolle, Carradori [6], G. R. Treviranus [7] u. a. Reizbarkeit und ein lebendes oder organisches Bewegungs-Vermögen zuzuschreiben. Doch halten wir dieses nicht, gleich mehreren obiger Physiologen, für identisch mit Haller's Irritabilität, weil nirgends in den Gewächsen Fasern nachgewiesen sind, welche den Muskel-Fasern der Thiere zu vergleichen wären, und die nach Reizen eintretenden Bewegungen nicht mit solchen Oscillationen verbunden sind, wie sie an gereizten Muskeln wahrgenommen werden. Das Bewegungs-Vermögen der Pflanzen, durch Zusammenziehung und Verdichtung des vegetabilischen Zellengewebes sich äussernd, sehen wir mit Unzer [8], J. F. Gmelin und Oettinger [9], Farr [10], L. C. Treviranus [11], Rudolphi [12] u. a. als ein von der Muskelkraft verschiedenes Vermögen an, welches in dem Ernährungs-Zustande jener Theile begrün-

Digitized by Google

det ist. In der Art seines Wirkens zeigt es die meiste Aehnlichkeit mit der Contractilität des Zellstoffs und anderer nicht muskulöser Theile der Thiere, wenn es anders nicht mit dieser identisch ist. Die Reizbarkeit und Contractilität der Gefäss-Pflanzen sind dem Grade und den Aeusserungen nach verschieden, nach dem Entwickelungs-Zustande, den Jahres- und Tages-Zeiten, der Temperatur, dem Einflusse des Lichts, der Beschaffenheit der Luft, den Nahrungsmitteln und anderer die Ernährung bedingender Einflüsse, und können durch diese vielfach verändert werden. Viele Substanzen endlich, wie mancherlei Gifte und der elektrische Funken tilgen sie. Alle Bewegungen der Gewächse sind automatische, sie erfolgen nach blinder Nothwendigkeit, und beziehen sich auf die Vorgänge des Bildens, Entwickelns, Ernährens und Zeugens. Kein Gewächs vermag sich durch Reize, die den Nerven-Reizen zu vergleichen wären, selbstthätig und willkührlich, und nach innerer Bestimmung, mit abwechselnden Unterbrechungen, zu bewegen

1) *Oeuvres. T.* 4. *p.* 199.

2) *Some observations on the Irritability of vegetables; Philosophical Transact. Vol.* 78. *p.* 158.

3) A. a. O. *La force contractile, qui nous offre dans les animaux des phénomènes si étonnans, et si variés, n'est point comme on le croit communément, un attribut particulier qui les distingue; un grand nombre de plantes donne aussi des signes d'irritation plus ou moins sensibles, selon leur âge, leur vigueur, la partie qu'on touche ou qu'on irrite. Les loix physiques et mécaniques communes n'en rendront jamais mieux raison que de l'action musculaire des animaux.*

4) *De fibrae vegetabilis et animalis ortu. Lipsiae* 1789. *p.* 27.

5) Aphorismen. S. 57.

6) A. a. O. und in *Continuazione degli atti dell' Accademia economico-agraria dei Georgofili di Firenza. T.* 4. 1825.

7) Biologie. B 5. S. 234.

8) Physikalische Schriften. B. 1. S. 242.

9) *De irritabilitate vegetabilium. Tubingae* 1768.

10) *Philosophical Inquiry into animal motion. London* 1771.

11) Zeitschrift für Physiologie. B. 2. S. 174.

12) Grundriss der Physiologie. B. 1. S. 240.

Digitized by Google

Druckfehler.

Seite.	Zeile.		
25	20	statt	»zwischen den Körpern« lese »zwischen den materiellen Eigenschaften der Körper«
28	32	—	»erwiesenen Sätzen« lese »erwiesene Sätze«
52	33	—	»tüchtiger« lese »gründlicher«
62	25	—	»*Italen elementa*« lese »*Halleri elementa*«
88	1	—	»organischen« lese »organische«
115	1	—	»Cohäsion« lese »Attraction«
119	17	—	»Cohäsion« lese »Attraction«
119	29	—	»Gohäsion« lese »Attraction«
161	22	—	»bei« lese »in«
166	17	—	»und« lese »oder«
172	21	—	»Eodschnecken« lese »Erdschnecken«
173	12	—	»Scheel« lese »Schedel«
184	36	—	»der« lese »den er«
187	34	—	»ergibt« lese »ergeben hat«
191	1	—	»alten« lese allen«
191	29	—	»anderen« lese »mehreren«
263	33	—	»an« lese »in«
264	9	—	»verschiedenartigen organischen Körper« lese »verschiedenartige organische Körper«
324	16	—	»JUGENBUEHLER« lese ZUGENBÜHLER«
327	26	—	»Perenchym« lese »Parenchym«
350	20	—	»KIGHT« lese »KNIGHT«
353	22	—	»oben« lese »eben«
353	38	—	»Vallinerien« lese »Vallisnerien«
441	4	—	»Skorpionen« lese »Skorpione«
479	29	—	»mangelt« lese »mangeln«
516	32	—	»seine Goldblättchen« lese »feine Goldblättchen«
526	1	—	»elektromoterische« lese »elektromotorische«
590	12	—	»*Menispermium*« lese »*Menispermum*«
590	13	—	»*Calystegia*« lese »*Calysteya*«
593	7	—	»noch« lese »auch«
600	8	—	»TOWSON« lese »TOWNSON«
607	16	—	»den Zellgeweben« lese »dem Zellgewebe«.

Digitized by Google

Österreichische Nationalbibliothek
+Z160802308

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google